

И. С. Ладенко

ИНТЕЛЛЕКТ И ЛОГИКА



И. С. Ладенко

**ИНТЕЛЛЕКТ
И
ЛОГИКА**

**Издательство Красноярского университета
Красноярск 1985**

Ладенко И. С. Интеллект и логика. — Красноярск: Изд-во Краснояр. ун-та, 1985. — 144 с.

†
Монография посвящена важной, но недостаточно разработанной проблеме — роли логики в формировании и развитии интеллекта специалистов. Исследование выполнено в соответствии с современными практическими потребностями в области педагогической и управленческой деятельности. Работа содержит методологические результаты и некоторые демонстрации их применения.

Для преподавателей вузов, аспирантов, научных работников, участников методологических семинаров, слушателей вечерних университетов марксизма-ленинизма.

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского университета

Рецензенты: д-р филос. наук, проф. **А. Н. Кочергин**,
канд. филос. наук, доц. **С. А. Грингор**

Иосиф Семенович Ладенко

ИНТЕЛЛЕКТ И ЛОГИКА

ИБ № 213

Редактор **Т. М. Пыжик**.

Художественный редактор **А. В. Курицын**.

Технический редактор **Л. А. Панова**.

Корректоры **Л. П. Ванеева**, **И. Л. Воронович**.

Сдано в набор 17.05.84. Подписано к печати 23.01.85. АЛ 07196. Формат 60 × 84/16. Бумага множит. аппарат. Гарнитура литературная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 8,37. Уч.-изд. л. 8,46. Тираж 1000 экз. Заказ 4590. Цена 1 р. 30 к. Издательство Красноярского университета, 660021, Красноярск, пр. Мира, 103. Областная типография управления полиграфии и книжной торговли Омского облисполкома, 644070, Омск, ул. Декабристов, 37.

0302040000

Л 4—85
14178 (03)—85



Издательство Красноярского университета, 1985

ВВЕДЕНИЕ

Методология современной науки придает важное значение вопросам применения ее достижений, внедрения давно известных и новых результатов в различные области практической деятельности. Постановка, анализ и решение этих вопросов являются необходимым следствием процесса превращения науки в производительную силу общества.

Методология обращает внимание на закономерности применения научного знания. При этом она выделяет области практической деятельности и комплексы наук, достижения которых имеют непосредственное значение для развития каждой из таких областей. Последние претерпевают существенные изменения, усовершенствование и развитие вследствие внедрения в них конкретных научных результатов. Выявление и анализ закономерностей такого развития необходимы для определения стратегии разработки научных проблем и применения получаемых при этом результатов.

Известно, что состояние философской мысли, конкретный уровень ее развития является отражением уровня развития интеллектуальных возможностей общества. Но сами такие возможности реализуются на основе применения как философского знания, так и специальных наук, изучающих закономерности познания и формы интеллектуальной деятельности. При этом должно быть обеспечено эффективное взаимодействие всех упомянутых наук друг с другом и с самой интеллектуальной деятельностью. Организация подобного взаимодействия выступает важнейшей современной методологической проблемой.

Один из возможных подходов к решению этой проблемы состоит в интеграции философских и специальных знаний на основе логических понятий и представлений о мышлении. Его разработка и применение связаны с развитием теории интеллектуальных систем. Но его конкретные применения заслуживают самостоятельного внимания, конкретных демонстраций

на примерах решения задач методологии науки, овладения правилами интеллектуальной деятельности, на примерах развития умений и навыков познавательной деятельности.

Уровень и тенденции развития научного познания и управления существенно определяются профессиональной квалификацией и уровнем развития умственных способностей соответствующих специалистов. Совокупность таких способностей называется по установившейся традиции интеллектом. Развитие интеллекта всегда считалось необходимой предпосылкой для расширения возможностей постановки, обоснования и решения научных и управленческих задач. В современных условиях представления об этой зависимости получили новые многочисленные подкрепления и приобрели важное практическое значение для подготовки и повышения квалификации специалистов в различных областях деятельности.

Отмеченное обстоятельство обеспечило постановку проблем обобщения накопленного опыта в деле развития интеллекта, использования достижений современной науки в подобном развитии, а также необходимых для этого методологических исследований. И все же до настоящего времени нет обобщений и систематизации результатов в данной области. В значительной степени это вызвано тем, что современные возможности и результаты развития интеллекта не связываются явно с развитием изучающих его наук и практическим применением их достижений. Именно такая связь должна быть отмечена, а знание о ней использовано в решении обозначенных выше методологических и организационных проблем. Но для этого необходимо обратиться к распространенным в современной литературе представлениям об интеллекте. Среди таких представлений выделяются три относительно самостоятельные части. Одна из них может быть обозначена как гносеологическая, другая — как логическая, а третья — как психологическая. Они отвечают функциональному, структурному и практическому подходам и уровням в изучении и развитии интеллекта. Обратимся к их содержанию.

В контексте гносеологических представлений интеллект понимают как способность приобретать и сохранять знание, понимать и обучаться на опыте, быстро и правильно реагировать на новую ситуацию. Именно это понимание широко используется сейчас в работах по искусственному интеллекту в связи с имеющимися в них попытками сравнительного анализа мышления человека и поведения вычислительных машин¹. Отвлекаясь здесь от содержания и значения этого анализа, заметим, что

данное понимание интеллекта возникло задолго до таких работ и имеет общенаучное значение.

В контексте логических представлений интеллект понимается как способность рассуждать, осуществлять сравнение, анализ и синтез, образовывать понятия и суждения, производить умозаключения, образовывать и проверять гипотезы, находить решения задач и проблем и т. п.² Такое понимание соответствует логическим представлениям о мышлении, как они излагались не только в научных сочинениях, но и в широко известных учебниках³ В таком понимании обращается внимание на механизм мышления, которым всегда занималась логика.

При психологическом подходе интеллект определяется как мера успешности в использовании перечисленными выше способностями при выполнении конкретных задач⁴ Именно здесь обращается внимание на сообразительность, натренированность, изощренность, умения, навыки и т. п. Понятно, что психологическое понимание интеллекта и его исследования возможны только при наличии гносеологического и логического представлений о нем.

Современная практика научного познания и управления непрерывно предъявляет разнообразные требования к совершенствованию профессиональной подготовки специалистов, вовлечению новых методов, семиотических и технических средств, приобретению и развитию соответствующих умений и навыков. Все это выступает в качестве различных аспектов совершенствования интеллекта как особой способности человека. И каждый из таких аспектов развития связан с достижениями специальных наук, изучающих мышление. Именно здесь и нужны методологические исследования проблем применения подобных наук.

В настоящее время постановка и решение задач научного познания и управления осуществляются на основе интеграции неформальных и формальных методов, интуитивных и формализованных языков, интеллектуальных способностей человека и возможностей ЭВМ. Такая интеграция только в определенных границах может быть результатом опыта и искусства руководителей. Она требует обращения к наукам о познавательной деятельности, в особенности, о мышлении. И такое обращение сейчас является обычным делом. Здесь используются достижения гносеологии и методологии науки, семиотики и психологии, истории науки и др. Особое место среди этих наук занимает логика. На ее роли необходимо остановиться подробнее.

Логические закономерности мышления составляют содержание внутренних механизмов интеллектуальной деятельности. Поэтому развитие таких механизмов и практическое овладение ими всегда истолковывалось как развитие мышления в онтогенетическом и филогенетическом планах. Данный взгляд широко представлен в современной философской и психологической литературе. Поэтому понятно, что развитие интеллекта как способности специалистов неизбежно опирается на логические закономерности мышления.

Но использование подобных закономерностей может быть как явным (в случаях изучения и применения результатов науки логики), так и неявным (в случаях использования накопленного опыта). И в настоящее время преобладающим оказывается последнее — неявное использование логических закономерностей. Причина заключается в том, что изучение логики не входит в профессиональную подготовку подавляющего большинства специалистов, которые в основной своей массе не знакомы с современным состоянием и достижениями этой науки.

Такое положение дел противоречит хорошо известным представлениям о роли логики в развитии мышления специалистов, в формировании их интеллектуальной культуры. Смысл и значение изучения основных разделов и результатов логики видные педагоги и представители этой науки всегда усматривали в практическом овладении средствами и методами логического анализа и доказательства, в развитии умений и навыков строгого, определенного и непротиворечивого мышления. Такой взгляд можно найти в каждом учебнике по логике. Но в особенности детально он развит Т. Котарбинским в его работе «Курс логики для юристов»⁵ Поэтому решение методологических и методических проблем развития интеллекта специалистов непосредственно связано с овладением и применением основных понятий, представлений и методов логики как особой науки о мышлении.

Многозначность слов и словосочетаний общеизвестна. О ней каждый получает представление еще в школьные годы. Но в научной и педагогической практике об этом часто забывают, что приводит к ошибкам отождествления смыслов по тождеству выражающих их слов и к так называемому «спору о словах». Все это широко присутствует в повседневной практике. И в подобных ситуациях часто возникают дискуссии вокруг терминов «логика» и «математическая логика». Во избежание недоразумений рассмотрим их значения.

В соответствии с установившейся традицией Ф. Энгельс различает три значения термина логика: философское учение о мышлении⁶, наука о мышлении⁷ и метод мышления или исследования⁸. Первому значению соответствует особый раздел философской теории познания, в развитие которого внесли свой вклад многие выдающиеся философы. Третье понимание соответствует широко встречающимся в повседневной практике ситуациям, в которых говорят: «Логика данного исследования мне неясна», «Я не в состоянии понять логику прослушанного доклада», «Логика этой статьи предельно проста» и т. п. Во всех таких случаях имеются в виду отношения между высказываниями или операциями процесса исследования. Но особого внимания заслуживает второе значение термина. Логика как наука о мышлении не совпадает с содержанием философского учения о мышлении, а является одной из многочисленных специальных наук. Поэтому ее отношение к философии оказывается аналогичным отношениям к последней каждой такой науки. Предмет ее исследования охватывает самые различные явления из той области, которая соответствует третьему значению термина «логика». Ее результаты служат моделями и правилами для распознавания, устранения или предупреждения логических ошибок в рассуждениях, в теориях и гипотезах, при доказательстве теорем, постановке и решении задач и т. д. Все перечисленные результаты логики применяются независимо от того, какую философскую теорию разделяет специалист и в какой мере он знаком с подобными теориями.

Философское учение о мышлении разрабатывается, как и другие части философии, на основе обобщения достижений результатов различных специальных наук. К ним относятся науки о мышлении (психология, семиотика, история науки, история культуры и др.), среди которых находится и логика. Но подобные обобщения не заменяют специальные науки, так как они образуют мировоззренческое знание. Последнее служит решению совсем не тех задач, решению которых служат специальные науки. Так, в логике разрабатываются различные системы правил умозаключений, а в философской логике такие правила не создаются.

Термин «математическая логика» употребляется в различных значениях. Одно из них соответствует области современной математики, в которой разрабатываются особые исчисления, называемые логическими. Их обозначают также и как логические системы по аналогии с геометрическими или алгебраическими. Понятно, что такие системы не связаны непосред-

ственно с исследованиями мышления и языка. Другое значение обсуждаемого термина соответствует стилю математического мышления и математического рассуждения. Его используют при необходимости выделить и подчеркнуть особенности последних. Третье понимание соответствует области исследований математических рассуждений математическими методами. В настоящее время для обозначения этой области чаще употребляется термин «метаматематика». Четвертое значение термина «математическая логика» связано с областью современной логики, в которой задачи данной науки решаются с помощью математических методов. Развитие области логики выступает частным выражением явления, называемого математизацией науки: здесь осуществлена математизация логики. Другим примером, аналогичным нашему, является математизация экономической науки. В обоих случаях математизированная часть не исчерпывает содержание каждой из этих наук. Данный факт важно подчеркнуть в связи с встречающимися концепциями, абсолютизирующими роль математизации. В современной литературе употребляется термин «символическая логика», который выступает в качестве синонима рассмотренных значений термина «математическая логика».

Современная логика является достаточно развитой наукой, в которой разделы выделяются не только в зависимости от применяемых математических или описательных методов, но также и в зависимости от особенностей предметных областей. Так, выделяются дедуктивная и индуктивная логики, эротетическая логика теории правдоподобных рассуждений. В составе науки логики выделяются ее теоретические и прикладные разделы, а также различные методологические концепции ее предмета, предметов и взаимоотношений ее разделов. Одним из разделов логики выступает методология научного познания⁹. В ней исследуются виды и отношения методов, их взаимоотношения в реальном познании, условия их применения и т. п.

Специальным разделом логики выступает логическая семиотика. В ней исследуются логические свойства и отношения различных языков, выясняются условия их совместного применения и взаимных замещений в научном познании и управлении. Постановка и решение перечисленных задач обобщаются и на различные семиотические системы. Результаты, получаемые здесь, имеют непосредственное значение для решения проблем формализации и семиотизации, интеграции интеллектуальной деятельности человека и возможностей ЭВМ.

Мы не ставим своей целью охарактеризовать все разделы

логики, а лишь указываем на некоторые из них, чтобы показать широкий диапазон ее объектов, задач и методов. Но особо обращаем внимание на методологию науки и логическую семиотику, так как они будут в дальнейшем подробно использованы для обсуждения проблем развития интеллекта.

В современной логической литературе продолжают традиции, согласно которым логические понятия и методы применяются для решения познавательных задач науки, управления. Но это только одна из возможностей применения логики. Другая возможность состоит в ее применении в деле развития интеллектуальных способностей специалистов. Эта возможность еще недостаточно обсуждается применительно к современным условиям. Поэтому мы, не умаляя значения первой, обращаем основное внимание на вторую.

Современные работы по эвристике, ведущее место среди которых принадлежит широко известным сочинениям Д. Пойа, написаны на основе систематизации и обобщения большого педагогического опыта¹⁰ Это обстоятельство в значительной степени способствует распространению мнения о том, что проблематика, предмет и значение эвристики ограничиваются кругом педагогической деятельности. Работа И. Лакатоса, ориентированная на ситуации научного исследования, не способствует опровержению такого мнения, поскольку в ней все изложение организовано на основе явно описанных отношений и взаимодействий преподавателя и учеников в классе¹¹ И хотя ни Д. Пойа, ни И. Лакатос не являются авторами такого толкования эвристики, признанный авторитет этих специалистов выступает существенным препятствием возможной критике.

В действительности же эвристика возникла и развивается на почве гораздо более широкого круга проблем, среди которых ведущая роль принадлежит методологическим вопросам науки и управления. Педагогические варианты и применения эвристики выступают производными от них. Поэтому необходимо в методологии эвристики зафиксировать методологическую и педагогическую ориентации последней. Решение задачи возможно при условии такого понимания обучения, которое выходит за границы педагогической традиции. Оно включается в понятие интеллекта и затем распространяется на все виды интеллектуальной деятельности.

В современной литературе по методологии науки и управления выделяются и обсуждаются эвристические методы исследования и управления. Согласно пониманию С. Л. Оптнера, каждый такой метод включает в себя компоненты обучения¹² Подобные методы основываются на использовании интуиции и опыта исследователя, хотя они описываются, хранятся и передаются в обществе, а потому не сводятся к опыту и интуиции. Важно отметить, что представление об эвристическом подходе распространяемо на чрезвычайно широкую область раз-

личных по содержанию и назначению методов. Его использование в методологии открывает новые перспективы для выявления и исследования конкретных методов и их взаимоотношений. Особого внимания заслуживают два следствия из такого представления об эвристических методах.

В соответствии с установившейся традицией методы всегда считались составной частью интеллекта. Развитие формализации отодвинуло такую точку зрения на задний план. Однако теперь она вновь стала занимать надлежащее ей место. Поэтому все установки, сформулированные Р. Декартом по поводу метода, правил для руководства ума и относительно их применений, сейчас приобрели новое содержание. Развитие интеллекта специалиста основывается на практическом овладении им существующими методами и правилами, а также известными способами их применения.

Представление об интеллекте имеет общее значение для различных областей — научного исследования, управления, проектирования, руководства, педагогической деятельности и т. д. Поэтому все, что касается методов вообще и, в частности, эвристических методов, распространяется на каждую такую область. Изучение путей развития интеллекта в равной степени важно для каждой из них.

Согласно распространенному пониманию Д. По́йа рассматривает эвристику как искусство разыскивать пути решения задач, которым овладевают путем подражания и упражнений¹³ Оно основывается на систематизации и обобщении зафиксированного в обществе и индивидуального опыта. Но и овладение опытом и приобретение умений и навыков решения задач осуществляются с помощью явно или неявно используемых логических закономерностей мышления. В этом нетрудно убедиться.

Действительно, при поиске, анализе и обосновании решений широко используются изучаемые логикой приемы аналогии, редукции, анализа и синтеза, обобщения и конкретизации, сравнения и др. Упомянувшиеся работы Д. По́йа и И. Лакатоса построены на основе перечисленных приемов и их логической теории. Это позволяет заключить, что применения логики в эвристике составляют достаточно развитое направление, погруженное в непосредственную практику развития интеллекта.

Очевидно, что подобные применения логики не относятся к содержанию теоретических ее разделов. Они принадлежат прикладной части этой науки. Но в то же время они составляют всего лишь одно из ряда прикладных направлений, а потому не исчерпывают содержание прикладной логики. Вот почему

необходимо выявить и описать характерные особенности данного направления прикладной логики.

Знание подобных особенностей имеет принципиальное значение для методологической концепции эвристики. Оно служит обобщению и интеграции уже имеющихся достижений эвристики и выработке последующей стратегии ее развития. Без знания общих особенностей и конкретных путей применения логики в развитии интеллекта решение таких задач невозможно.

Развитие интеллекта является важнейшей составной частью интеллектуальной культуры специалистов. Оно ведется в конкретных условиях каждой области деятельности и связано с ее содержанием, задачами и методами работы. Поэтому интеллектуальная культура оказывается достаточно разнообразной в своих конкретных проявлениях. То же самое следует сказать и о различных специальных случаях эвристики. В свою очередь, использование логических закономерностей мышления в развитии интеллекта дает основание считать, что существуют общие средства и способы такого развития. Они имеют практическое значение для специалистов с различной профессиональной подготовкой и опытом деятельности.

Формирование интеллектуальной культуры представлено в последующем изложении как овладение специалистом моделями мышления. Оно состоит в ознакомлении с ними и выработке умений и навыков оперирования ими. Такое оперирование выступает и как воспроизведение конкретных процессов по имеющимся моделям, и как объединение последних в сложные комплексы или построение новых моделей. Подобное оперирование составляет главное содержание поиска решений задач. Поэтому обращение к логическим представлениям о моделях процессов мышления служит раскрытию основных компонентов представления о поиске решений задач.

Но обсуждаемые модели всегда существуют в конкретной языковой форме и являются знаковыми. В них фиксируются логические свойства и отношения высказываний и правил оперирования. Явное использование таких свойств и отношений возможно только на основе соответствующих логических знаний. Эти знания, соотнесенные с практическими задачами науки и управления, формируются в прикладной логике. Поэтому знание основных характеристик, основных результатов и методики работы имеет важное значение для овладения моделями мышления, приобретения умений и навыков оперирования имеющимися и построения новых моделей.

Итак, благодаря представлению о знаковых моделях мышления устанавливается практически значимая связь между эвристикой и прикладной логикой. Знание этой связи позволяет решать задачи по выработке и реализации стратегий развития интеллекта, осуществляемого на основе и с помощью логических понятий и методов. Описание связи осуществляется в данном разделе. Конечно, здесь нет конкретных стратегий и примеров их реализации. Такой материал уместно излагать в учебной и методической литературе.

Глава 1

1. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ КУЛЬТУРА СПЕЦИАЛИСТОВ И МОДЕЛИ МЫШЛЕНИЯ

1.1. Концепция интеллектуальной культуры

Одна из современных особенностей деятельности специалистов в различных областях науки и управления состоит в том, что им все чаще приходится сталкиваться с новыми проблемами и задачами, которые обладают, как правило, плохой структурой и требуют участия в поиске их решений комплексных исследовательских групп и применения вычислительной техники. Все это предполагает основательную профессиональную подготовку, хорошую гибкость и адаптивность мышления, владение необходимыми методологическими представлениями, обеспечивающими ориентировку в динамических условиях научного исследования и управления. Перечисленные качества, представляемые как одно целое, образуют содержание интеллектуальной культуры специалистов.

Интеллект обычно понимается как «способность успешно реагировать на любую, особенно новую ситуацию путем надлежащих корректировок поведения», «способность понимать взаимосвязи между фактами действительности для выработки действий, ведущих к достижению поставленной цели»¹. Такая способность приобретает и развивается специалистами в процессе обучения и самообучения, а потому сама оказывается динамичной. Она развивается также и в повседневной практике, которая выступает источником новых проблем и задач, вынуждающих к постоянному совершенствованию умственных способностей. Именно в этой связи возникло представление об

эвристических методах решения, включающих компоненты обучения.

Создание и применение эвристических методов особенно интенсивно осуществляется в условиях современной научно-технической революции. Такие методы широко представлены в системном анализе, системотехнике, исследовании операций и других областях современной научной и технической мысли, а их закономерности описываются в соответствующих разделах методологии науки.

Очевидно, что интеллектуальные возможности различных специалистов определяются освоенными методами, умениями, навыками и методологической ориентацией. Но и у одного специалиста все перечисленные качества могут изменяться с течением времени под влиянием условий его практической деятельности. Однако при всех возможных различиях необходимо выделить общее в способностях одного или различных специалистов: это состав перечисленных качеств. Его мы выше назвали интеллектуальной культурой.

Правомерно выделять интеллектуальную культуру отдельных специалистов или их групп, рассматривать ее в различных условиях пространства и времени. Такой подход создает возможности изучать структуру и динамику интеллектуальной культуры, находить ее виды, их взаимоотношения и взаимодействия или изменения с течением времени. Причины отмеченного разнообразия и изменений в интеллектуальной культуре следует усматривать в условиях практической деятельности специалистов, содержании и частоте появления качественно новых проблем и задач. Несомненно, что в действительности осуществляются контакты между специалистами внутри групп с одной интеллектуальной культурой или между различными группами. Поэтому и коммуникации специалистов необходимо рассматривать как источник изменения в содержании интеллектуальной культуры.

Подчеркнем, что одним из источников формирования интеллектуальной культуры специалистов выступает история науки и управления. В ней содержатся, вырабатываются, применяются, распространяются и хранятся методы постановки и решения задач, которые оказываются полезными также и для современной деятельности специалистов. Поэтому знакомство с историей интеллектуальной деятельности, с условиями ее развития играет важную роль в наращивании интеллектуальных возможностей сегодня. На это обстоятельство неоднократно указывал в своих сочинениях Ф. Энгельс² В подобных слу-

чаях осуществляются своеобразные коммуникации между современными специалистами и жившими в прошлом их коллегами, коммуникации в историческом времени.

Формирование интеллектуальной культуры представляет собой изменение во времени ее содержания как в опыте отдельных специалистов, так и в опыте профессиональных групп. По существу, это тот самый процесс, в котором обнаруживается и проявляется динамика интеллектуальной культуры и который никогда не может завершиться. В нем осуществляются тенденции как развития интеллекта специалиста, так и отмирания некоторых его компонентов, не отвечающих потребностям современной практической деятельности последних.

Опыт решения проблем и задач в значительной степени кристаллизуется и становится общим достоянием в форме методов. Построение систем методов исследования и управления играет важную роль в хранении, передаче и применении таких методов. В настоящее время известны многочисленные примеры подобных систем, к которым следует отнести сочинения Д. Пойа в области эвристики³, Х. Б. Карри в области математической логики⁴, А. Г. Аганбегяна в области управления производством⁵ и др. Они выступают важной предпосылкой для распространения соответствующих методов в практике, для овладения широким кругом специалистов.

Однако овладение и практическое применение уже имеющих или вновь создаваемых методов основывается на явном или неявном учете закономерностей человеческого познания. И в этой связи приходится говорить об использовании различных знаний о последнем. Сюда относятся знания из гносеологии, методологии науки, эвристики, психологии мышления, семиотики, истории науки, из кибернетики, теории информации и других наук. Все эти науки образуют единую область, аналогично естествознанию. Эта область может быть названа интеллектикой⁶

Понимание того, что интеллектика играет важную роль в современных условиях, имеет практическое значение. Действительно, в настоящее время многие методы создаются и применяются только на основе возможностей вычислительной техники и их объединения с интеллектом человека. Но ни создавать такие методы, ни объединять возможности ЭВМ и специалиста нельзя без использования знаний из теории искусственного интеллекта, современной логики, семиотики, психологии мышления, эвристики и ряда других наук. Постановка и решение проблемы повышения эффективности использования

вычислительной техники, средств программирования и математических методов постоянно побуждают разработчиков и пользователей обращаться к тем или другим разделам интеллектики. Такие обращения с течением времени становятся все более частыми, что осознается специалистами как возрастание роли входящих в нее наук в обеспечении математизации и автоматизации современной науки и управления.

Возвращаясь к представлению о формировании интеллектуальной культуры, необходимо подчеркнуть, что в этом сложном процессе теперь все более значительную роль играют науки, входящие в состав интеллектики. Они обеспечивают приобретение и рациональное использование новых элементов в каждом из компонентов ее содержания. Действительно, в современных условиях невозможно адекватно наращивать специалисту свои возможности без знания об автоматизации процессов моделирования, о знаковых системах, их взаимодействиях, о формализации, эвристических принципах поиска решений проблем и задач и многого другого. И в то же время невозможно игнорировать вопрос о том, в какой мере специалист должен обращаться к интеллектике и каким образом он это может осуществлять.

Для того чтобы согласованно наращивать все компоненты интеллектуальной культуры, необходимо располагать общими знаниями о познавательной деятельности. Такие знания нам доставляет гносеология. Но сами знания в силу своей большой степени общности еще недостаточны для решения конкретных задач этого рода. Поэтому требуется конкретизация общих гносеологических представлений. Она выполняется в настоящее время посредством построения моделей структуры и средств мыслительной деятельности. Но какие задачи могут решаться с помощью подобных моделей?

Структурные модели мышления играют двоякую роль: с их помощью осуществляется выделение в опыте мышления различных правил, приемов и методов; на их основе решаются вопросы о привлечении тех знаний из интеллектики, которыми должен располагать специалист для применения или создания методов, приобретения необходимых умений и навыков и т. д. При помощи подобных моделей определяется объем знаний и методов логики, которые необходимо применять при формализации знаний и процедур, объединении возможностей ЭВМ и интеллекта специалиста. Рассмотрим более подробно содержание и возможности названных моделей.

1.2. Структурные и репродуктивные модели мышления

В опыте познавательной деятельности выделяются репродуктивные и структурные модели мышления. В качестве первых выступают алгоритмические и эвристические процедуры, а также их различные сочетания. Они создаются и используются в специальных исследованиях для отображения и воспроизведения соответствующих процессов. Структурные модели — это содержательные представления о структуре, видах, отношениях, путях построения и способах использования репродуктивных моделей. Они являются конкретизацией общих гносеологических представлений о чувственных и мысленных образах, процессах их формирования и использования, о связанных с ними природных органах познания, семиотических и технических средствах.

Познание человеком действительности понимается в гносеологии как ее отражение с помощью чувственных и мысленных образов. Эти образы и их различные сочетания служат моделями объективного мира в сознании человека. В подобных моделях отражаются свойства и отношения, структура и поведение объектов познания и практического воздействия.

Мысленные и чувственные образы объективного мира являются элементами в сложной структуре человеческой деятельности. Благодаря этому они связаны с процессами деятельности, посредством которых осуществляются их формирование, хранение и использование. Среди таких процессов особое место занимают процессы, называемые интеллектуальными. Они подразделяются на следующие группы:

- 1) процессы формирования (порождения) мысленных и чувственных образов и построения их различных сочетаний;
- 2) процессы оперирования моделями объективного мира в целях выявления новых свойств и отношений объектов, анализа их структуры и прогнозирования поведения;
- 3) процессы целеполагания и создания планов по достижению целей, принятия решений, предвидения последствий и корректировки предпринимаемых действий.

Интеллектуальные процессы перечисленных видов осуществляются в умственной форме как идеальные, т. е. в сознании человека — с помощью мозга, природных органов чувств и органов речи, а также в семиотической форме — с помощью различных видов знаков и знаковых систем. При этом умственные процессы моделируются с помощью языковых средств, что

позволяет передавать опыт интеллектуальной деятельности в обучении, научном исследовании и управлении.

Выражения, фиксирующие процедуры постановки и решения задач, являются репродуктивными моделями соответствующих интеллектуальных процессов. Благодаря письменной речи подобные модели интеллектуальных процессов и объектов внешнего мира хранятся в обществе и могут передаваться в пространстве и во времени, что создает возможности накопления и использования коллективного опыта интеллектуальной деятельности и расширяет познавательные возможности общества и каждого отдельного человека. Эти возможности реализуются при имитационном моделировании.

Имитационное моделирование интеллектуальных процессов, понимаемое как их воспроизведение по репродуктивным моделям при постановке и решении научных и управленческих задач, производится с помощью природных органов человека, технических средств или объединения тех и других. В соответствии с составом таких средств выделяются естественная, техническая и гибридная формы имитации интеллектуальных процессов. В каждом случае создаются и применяются знаки и знаковые системы, которые отвечают возможностям оперирования и способам взаимодействия используемых физических средств. Этим обеспечивается возможность использования репродуктивных моделей интеллектуальных процессов и объектов внешнего мира в перечисленных видах имитационного моделирования.

Репродуктивные модели интеллектуальных процессов и объектов внешнего мира (логические средства), природные органы людей, технические средства или объединение тех и других (физические средства), знаковые системы (семиотические средства) в каждом конкретном случае используются совместно и образуют имитационную систему. В зависимости от состава физических средств выделяются естественные, технические и гибридные системы. В каждой из подобных систем используются свои специфические семиотические средства, обеспечивающие совместное функционирование физических средств. Так, в случаях решения задач по репродуктивным моделям с помощью природных органов и соответствующих семиотических средств производится естественная имитация интеллектуальных процессов и функционируют естественные имитационные системы; при решении задач на ЭВМ осуществляется техническая имитация и действуют технические имитационные системы; в случаях решения задач человеком с

помощью клавишной вычислительной машины или с помощью ЭВМ в режиме диалога имеет место гибридная имитация и функционируют гибридные имитационные системы.

Состав средств имитации и их отношения образуют структуру имитационной системы. Осуществленное выше содержательное описание является теоретической моделью такой структуры. Но каждая конкретная имитационная система может быть отображена с помощью соответствующей структурой ее модели.

Имитационные модели взаимодействуют с неимитационными системами, в которых формулируются и используются умственные модели объектов и осуществляются связанные с ними умственные процессы. В подобных системах физические средства познания ограничиваются только природными органами человека, а языковые средства используются для получения и передачи сообщений. Знаковые модели интеллектуальных процессов и объектов здесь не применяются. В подобных системах аналогом логических средств являются умственные модели, умения и навыки мышления. С помощью неимитационных систем интеллектуальные процессы осуществляются в умственной форме.

Имитационные и неимитационные системы представляют собой два вида интеллектуальных систем. В тех и других воспроизводятся интеллектуальные процессы, понимаемые как процессы постановки и решения задач, реагирования на изменяющиеся условия, контроля поведения, приобретения и накопления знаний, обучения на опыте и т. п. Но само воспроизведение процессов осуществляется в различных формах в зависимости от состава используемых средств.

Имитационные и неимитационные системы в случаях совместного действия объединяются в интеллектуальные гиперсистемы. В подобных системах интеллектуальные процессы совершаются в умственной и семиотической формах. При решении задач в режиме диалога человека с ЭВМ функционируют, как правило, именно такие гиперсистемы. В подобных системах развитие логических возможностей познания обеспечивается соответствующими физическими и семиотическими средствами.

Познавательные процессы, реализующиеся в имитационных системах и интеллектуальных гиперсистемах, отличаются большой сложностью. Она выражается в том, что получение конечного результата оказывается, как правило, возможным только при многочисленных возвратах от последующих частей процессов к предыдущим. Это выступает частным проявлением общей

диалектической закономерности познания как движения к абсолютной истине через ряд относительных, при котором производятся многократные уточнения прежде полученных результатов. Отмеченная сложность познавательных процессов в ходе имитационного моделирования представима в моделях структуры процессов последовательных приближений. В этих моделях отображаются операции, входящие в процессы, и различные отношения между ними. С помощью моделей такого рода представляются закономерности функционирования имитационных систем и интеллектуальных гиперсистем в реальном познании. Поэтому подобные модели являются частными конкретизациями общих гносеологических представлений о связи познавательных процессов с составом и функционированием физических и семиотических средств познания.

1.3. Логические средства использования опыта мышления

Известно, что современное мышление является результатом длительного исторического развития. Ф. Энгельс писал: «Теоретическое мышление каждой эпохи... это — исторический продукт, принимающий в различное время очень различные формы и вместе с тем очень различное содержание»⁷ Поэтому использование накопленного к настоящему времени опыта мышления предполагает разработку таких методов, которые обеспечивали бы выявление и применение различных репродуктивных моделей.

В основе одного из подходов лежат понятия о приеме и способе мышления. Эти понятия слабо разработаны и в исследованиях истории науки используются интуитивно. Но для обсуждаемой проблемы необходимо описать их содержание. Рассматривая одни и те же познавательные задачи и различные процессы их решения, в последних выделяют правила семиотических преобразований одних языковых выражений в другие и обозначают их как приемы и способы решения. Вот как, например, употребляет понятие приема А. П. Юшкевич: «Еще за два тысячелетия до новой эры в древнем Вавилоне умели решать системы линейных уравнений, полные квадратные уравнения и некоторые задачи, приводящие к кубическим уравнениям с целым положительным корнем. Приемы решения вавилонян были числовые. Такие же числовые приемы были известны и греческим математикам, узнавшим их, вероятно, от ученых Востока. Однако в теоретической науке гре-

ков, в математике Евклида, Архимеда и Аполлония развитие алгебры приняло иной характер. Для решения геометрических задач первой и второй степени были разработаны приемы преобразования прямоугольных площадей в другие прямоугольные площади, в целом равносильные преобразованиям линейных или квадратических выражений и определению их положительных корней»⁸

В приведенном тексте под «приемами» имеются в виду пути решения одних и тех же задач у вавилонян, в геометрической алгебре греков, в буквенной алгебре. Отнесение различных приемов к одним и тем же задачам служит основанием для их сопоставления и анализа в историко-научных исследованиях.

Различия приемов в данном случае относятся, главным образом, к языку: язык чисел, язык геометрической алгебры, язык буквенной алгебры. В то же время можно рассматривать приемы, формулируемые в одном языке, но относящиеся к различным задачам и, значит, являющиеся содержательно различными. О таких содержательно различных приемах можно говорить в пределах геометрической алгебры и т. д. Это обстоятельство также изучается в логике науки с точки зрения выявления возможностей языков при их использовании для решения различных совокупностей познавательных задач^{9, 10}

Способ мышления представляет собой совокупность приемов, оформленных в одном языке и связанных с решением некоторой системы задач. Эти приемы выделяют в анализируемой действительности структуру содержания определенного категориального типа. В способе устанавливаются различные отношения между входящими в него приемами — отношения замещения одних приемов другими, отношения их последовательного и параллельного сочленения при решении сложных задач и т. д. Так, разыскание одних и тех же величин по различным параметрам объектов осуществляется с помощью разных приемов внутри одного способа (например, нахождение площади треугольника), а соответствующие приемы являются взаимно заменяющимися. Приемы, сформулированные в различных языках или же отличающиеся друг от друга категориально, не могут составлять один способ мышления.

Система приемов мышления, допускающая формулирование в различных языках, образует метод мышления. В методе сохраняется одна и та же категориальная структура изучае-

мого в объектах содержания. Например, в геометрии говорят о методе наложения, который может быть сформулирован в различных языках (в этой связи метод наложения был детально изучен в работах по истории математики и в исследованиях по основаниям геометрии^{11, 12} Метод наложения и геометрическое движение рассматриваются в этой связи как путь установления соответствия между геометрическими абстрактными объектами, а языковая форма соответствующих процессов мышления зависит от того, в каком языке зафиксированы эти абстрактные объекты¹³

Понятия способа и метода в их интуитивном употреблении в методологических и историко-научных исследованиях очень часто оказываются синонимами. Произведенное нами различие вносит определенные уточнения в их содержание.

Приемы являются непосредственно данными в языке разновидностями программ репродуктивных моделей интеллектуальных процессов. Процессы мышления всегда осуществляются в каких-то конкретных видах, которые характеризуются знаковой структурой, типом категориального содержания и правилами преобразований одних выражений в другие, функционирующими благодаря обратной связи. Совокупности приемов могут рассматриваться синтаксически, и тогда система выступает как способ мышления. Но они могут рассматриваться семантически, и тогда их система выступает как метод мышления.

С рассмотренными понятиями существенно связано понятие операций как образований, из которых складываются приемы мышления. Ниже мы подробно обсудим содержание этого понятия.

Появление новых приемов и способов связано с преодолением трудностей, возникающих при решении задач. Переход от приемов одного способа мышления к приемам другого способа сопровождается заменой одних знаковых средств другими. Это хорошо видно на материалах из истории науки. «Если заменить геометрическую алгебру символической, то симптомы Аполлония перейдут в уравнения аналитической геометрии, а некоторые его геометрические преобразования — в преобразования алгебраических выражений»¹⁴ Это один из примеров указанного рода. С этой точки зрения правомерно говорить о различиях в способах мышления в работах Аполлония и Декарта, которые выражаются непосредственно через различия приемов решения одних и тех же задач.

Введение новых приемов решения задач и, следовательно,

появление нового способа мышления означает переход к более общим путям научного исследования. Но такое обобщение существенно связано не только с новыми знаковыми средствами, но также с выделением в анализируемой действительности новой, более расчлененной структуры содержания¹⁵. Например, введение в математике декартовой переменной величины. «Благодаря этому в математику вошли движение и тем самым диалектика и благодаря этому же стали немедленно необходимы дифференциальное и интегральное исчисления»¹⁶

Создание новых приемов и способов мышления, возникновение нового языка позволяет сформулировать и решать задачи, о которых прежде вообще не было речи. Так, астрономические и геометрические методы, выработанные в связи с практикой земледелия и строительства в древних восточных государствах, стали использоваться впоследствии для решения задач, возникающих в мореплавании.

Способы заменяют друг друга во времени, а методы развиваются при переходе от одного способа к другому. Происходит как бы «перевоплощение»¹⁷ метода, которое является предпосылкой для его развития, усложнения его структуры и детализации входящих в него операций¹⁸

1.4. Интеллектуальная культура и эвристика

Современное развитие и широкое распространение эвристических методов в науке и управлении предопределило особую роль эвристики в формировании интеллектуальной культуры специалистов из различных областей. В свою очередь, эта особая роль выдвинула ряд новых требований к эвристике, ее содержанию и направлениям работы. Но для более детального рассмотрения намеченной взаимосвязи в развитии интеллектуальной культуры и эвристики необходимо обратиться к выяснению различных пониманий последней.

В ряде случаев эвристика понимается как искусство находить пути к решению проблем и задач, которым овладевают, как и любым другим искусством, посредством подражания и упражнений. Последние составляют содержание обучения и самообучения. В итоге человеком приобретаются умения и навыки по разысканию и применению правил решения проблем и задач.

В других случаях эвристика понимается как наука о специфических путях поиска решения проблем и задач. В ней выработываются и обосновываются принципы поиска подобных

решений. К ним относятся принципы наблюдения и эксперимента при выработке решений, аналогии и редукции, индукции и обобщения найденных путей.

Третье понимание эвристики характеризуется тем, что ее предъявляют в качестве одного из разделов логики или методологии. При этом речь идет о конкретизации логических представлений и методов, которая связана исключительно с поиском путей решения проблем и задач. Все такие понятия и методы представляются в качестве средств поиска решений.

Во всех перечисленных случаях речь идет о поиске решений проблем и задач. Различия же в понимании отражают содержание аспектов рассмотрения подобных путей. Здесь уместно разобраться в связях отмеченных аспектов.

Выработка умений и навыков у специалистов, изучение ее закономерностей и практическая их реализация относятся к области психологии мышления и дидактики. Поэтому эвристика как искусство поиска оказывается объектом их изучения. Но разыскиваются и применяются репродуктивные модели мышления, представляемые как приемы, методы и способы. Выявление последних, их систематизация и описание составляют проблематику методологии отдельных разделов науки и управления.

При решении задач обобщения и систематизации опыта мышления используются представления о приемах, методах и способах. Последние относятся к области логики науки, а в эвристике применяются в качестве ее логических средств. Разработка же данных понятий не входит в задачи самой эвристики.

Очевидно, что как в самом поиске, так и при обобщении и систематизации опыта мышления приходится пользоваться понятиями индукции, аналогии, редукции, применять символические методы логики. Поэтому все эти понятия и методы выступают в качестве средств решения эвристической проблематики. Выяснение путей такого применения входит в содержание как самой эвристики, так и методологии.

Все рассмотренные аспекты понимания эвристики объединяются на основе представлений о поиске решений проблем и задач. Поэтому для выявления их взаимосвязей необходимо обратиться к выяснению содержания представлений о нем, к описанию его специфических особенностей. Обычно поиск решений осуществляется посредством сведения нерешенных проблем к решенным. Возможности такого сведения и его результативность существенно зависят от опыта поиска решений

проблем¹⁹. Хранение, накопление и передача этого опыта являются необходимыми предпосылками увеличения результативности и расширения возможностей поиска решений.

Глава 2

МЕСТО ФИЛОСОФИИ В РАЗВИТИИ ТВОРЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ

Преподавание курса диалектического и исторического материализма в вузе преследует различные цели. Но в педагогической практике они не всегда осознаются в должной степени. Это препятствует полноценному изучению студентами курса философии.

Обычно в практике преподавания подчеркивается значение курса философии для научного формирования мировоззрения у студентов и воспитания их идейной убежденности и преданности делу построения коммунизма. Значимость этих целей преподавания диалектического и исторического материализма не вызывает сомнения. Но ограничиваться только ими было бы принципиально неверно.

Одна из целей преподавания курса философии состоит в развитии творческого мышления студентов, их интеллектуальных способностей к анализу и обобщениям, к доказательству и опровержению, к обоснованию знаний и ведению дискуссий. Для строительства коммунизма нужны инициативные, творчески мыслящие и критически анализирующие специалисты высшей квалификации. Воспитание этих качеств у студентов в значительной степени зависит от основательности изучения ими курса философии.

Распространенное мнение о том, что обсуждение для философии подобных вопросов является чем-то само собой разумеющимся, основано на недоразумении. В развитии философии как науки обсуждение проблем мышления занимает центральное место. Но это не затрагивает методические вопросы преподавания курса философии. Ниже предпринята попытка сформулировать данные вопросы в качестве практических консультаций.

2.1. Опыт мышления и философия

Творческое мышление обычно рассматривают как умение ставить задачи, разыскивать пути их решения и получать

предполагаемые результаты. Оно развивается у отдельных людей при непосредственном общении друг с другом, в обучении, в повседневной практике и в научной или какой-то иной деятельности. Развитие творческого мышления представляет собой выработку соответствующих навыков, а также заимствование или формирование процедур постановки задач, поиска способов их решений и получения требуемых результатов. Навыки и процедуры образуют опыт мышления, а его развитие состоит в накоплении или «наращивании» такого опыта.

Приобретение и «наращивание» опыта мышления имеет различные источники. К ним относятся заимствование в непосредственном общении или из опубликованных материалов, обучение в учебных заведениях или собственное изобретательство и т. п. Но в любом случае опыт мышления содержит общественно фиксированные и индивидуальные значимые компоненты. Первые совпадают с процедурами, а вторые — с навыками мышления.

В процессе обучения студенты приобретают и накапливают опыт мышления. При этом растут его «объем» и разнообразие содержания. Успешное «наращивание» опыта и его использование требуют проведения работы по упорядочению и систематизации его содержания. Это методическая работа. Общеизвестно, как ее результаты сказываются на качестве успеваемости и подготовки студентов.

Подобная методическая работа оказывается наиболее успешной на основе методологического анализа процедур мышления. Поэтому в процессе этой работы обращаются к результатам методологии. Но сама методология представляет собой сложную многоуровневую область знаний, и требуется хорошо понимать, какой вид ее результатов должен использоваться в той или иной ситуации.

В настоящее время принято различать: методологии конкретных исследований, методологии отдельных научных дисциплин, методологии объединяющих их наук (физики, химии, лингвистики и др.), методологии областей знания (естественных, гуманитарных и технических наук) и общую методологию науки. Они образуют иерархическую структуру, посредством которой устанавливается связь между опытом мышления и обобщенным его отражением в философии. Философские знания о мышлении применяются на всех перечисленных уровнях методологического анализа мышления и систематизации его опыта.

Подобная ситуация наблюдается и в других областях науч-

ного знания. Так, теоретическая физика непосредственно не применяется на практике. Но ее результаты применимы при решении практических задач благодаря сложной иерархической структуре, включающей ряд посредствующих звеньев (прикладных дисциплин), в которых производится последовательная конкретизация общих результатов теоретической физики.

В философии изучаются общие закономерности мышления и его категориальная структура. Получаемые результаты выступают в качестве общего инструмента для методического анализа процедур мышления, его приемов и методов на всех уровнях методологии. При этом качество результатов зависит от степени разработанности проблем общей методологии науки, где такое применение осуществляется как предпосылка для всех нижележащих уровней методологических исследований.

В связи с методологической рефлексией опыта мышления различается мышление эмпирическое и теоретическое. Первое составляет непосредственное содержание индивидуального или коллективного опыта, а его методологическая рефлексия с помощью философских понятий отсутствует. Второе же представляет собой ту часть непосредственного опыта, которая осмыслена в философских понятиях. Таким различием эмпирического и теоретического мышления пользовался Ф. Энгельс, рассматривая соотношение философии и естествознания¹ «...К диалектическому пониманию природы можно прийти, будучи вынужденным к этому накапливающимися фактами естествознания; но его можно легче достигнуть, если к диалектическому характеру этих фактов подойти с пониманием законов диалектического мышления. Во всяком случае естествознание подвинулось настолько, что оно не может уже избежать диалектического обобщения. Но оно облегчит себе этот процесс, если не будет забывать, что результаты, в которых обобщаются данные его опыта, суть понятия и что искусство оперирования понятиями не есть нечто врожденное и не дается вместе с обыденным, повседневным сознанием, а требует действительного мышления, которое тоже имеет за собой долгую эмпирическую историю, столь же длительную, как и история эмпирического исследования природы»²

«Диалектическое понимание» природы — это особый способ ее мысленного отображения, воспроизведения в знании. Формирование этого способа в естествознании было подготовлено и обусловлено его достижениями, выражающимися, в первую очередь, накоплением большого числа принципиально новых

фактов. При создании такого способа оказалось необходимым воспользоваться философскими знаниями о законах диалектического мышления. Именно здесь потребовалась методологическая рефлексия опыта мышления с помощью философских понятий. По наличию или отсутствию такой рефлексии различаются теоретическое мышление и повседневное сознание.

Но в среде исследователей, работающих в той или иной специальной науке, нередко встречается недооценка методологической рефлексии. Одним из ее источников являются непонимание или неумение применять философские понятия и принципы. Часто это обусловлено отсутствием доступной методической литературы, позволяющей неспециалисту в области философии легко найти и без особого труда понять требующиеся ему результаты философской науки. Поэтому в подобных случаях и ситуациях исследователи философствуют «кустарным способом» и не используют новейшие достижения философской мысли. «Естествоиспытатели, — отметил Ф. Энгельс, — воображают, что они освобождаются от философии, когда игнорируют или бранят ее. Но так как они без мышления не могут двинуться ни на шаг, для мышления же необходимы логические категории ... то в итоге они все-таки оказываются в подчинении у философии, но, к сожалению, по большей части самой скверной, и те, кто больше всех ругают философию, являются рабами как раз наихудших вульгаризованных остатков наихудших философских учений»³

В современной науке широко применяются математические методы. Они отличаются большой строгостью и в известных границах являются достаточной гарантией содержательной точности получаемых результатов. Вместе с тем часто возникает иллюзия, что применение математических методов в содержательных исследованиях избавляет от интуитивного уровня мышления и от необходимости использования философских понятий и принципов. Подобный стиль научного мышления не является чем-то новым: он был известен еще в прошлом столетии, и его недостатки были отмечены Ф. Энгельсом, назвавшем его «исключительной эмпирией». «... Исключительная эмпирия, позволяющая себе мышление в лучшем случае лишь в форме математических вычислений, воображает, будто она оперирует только бесспорными фактами. В действительности же она оперирует преимущественно традиционными представлениями, по большей части устаревшими продуктами мышления своих предшественников... Последние служат ей

основой для бесконечных математических выкладок, в которых из-за строгости математических формул легко забывается гипотетическая природа предпосылок. Насколько скептически подобная эмпирия относится к результатам современной ей научной мысли, настолько же слепо она доверяет результатам мышления своих предшественников»⁴.

Очевидно, что критический анализ содержательных предпосылок применения математических методов, условий использования того или иного метода и оценки полученного результата требуют глубокого понимания существа дела и хорошего владения философскими понятиями и принципами.

«... Фехнер и в более развитом виде Вебер выдвинули тот взгляд, что в замкнутой цепи всегда движутся рядом друг с другом два равных, текущих в разных противоположных направлениях тока положительного и отрицательного электричества по каналам, расположенным между весомыми молекулами тел. При подробной математической разработке этой теории Вебер приходит под конец к тому, чтобы помножить некоторую — здесь неважно, какую — функцию на величину $1/g$, где это $1/g$ означает «отношение единицы электричества к миллиграмму». Но отношение к мере веса может, разумеется, быть только весомым отношением. Таким образом, односторонняя эмпирия, увлекшись математическими выкладками, настолько отучилась от мышления, что невесомое электричество становится у нее здесь уже весомым и вес его вводится в математические выкладки»⁵. Корректность или некорректность применения математики зависят от того, насколько условия ее применения проанализированы с помощью категориального аппарата. Ведь речь идет не о том, что именно отображать с помощью математических средств, а о том, как это делать. Но философские категории в обобщенном виде фиксируют способы представления познаваемых объектов, способы их расчленения и соединения. Поэтому их применение обеспечивает адекватное понимание содержания теоретических представлений, формализуемых с помощью средств математики.

В учебном курсе философии обычно приводятся многочисленные высказывания классиков философии и выдающихся ученых из различных областей специальной науки о значении философских понятий и принципов для научного исследования. Такие высказывания иллюстрируются примерами из современной науки и из ее истории. Но все это, как правило, недостаточно связывается с опытом мышления самих студентов, с постановкой задач в изучаемых ими дисциплинах, поиском

способов их решения и получением соответствующих результатов. Очевидно, что в подобных ситуациях студенты не в состоянии воспользоваться философскими знаниями для совершенствования собственного мышления.

Представляется, что в данном контексте особое значение должны иметь методические работы преподавателей по вопросам связи преподавания философии со специальными предметами. При решении этих вопросов должно обращать внимание на то, каким образом связать философские знания с опытом мышления студентов. Именно такая связь может обеспечить развитие теоретического мышления у молодых специалистов в том смысле, как его понимал Ф. Энгельс. Рассматривая значение изучения философии для развития теоретического мышления, Ф. Энгельс писал: «Теоретическое мышление является прирожденным свойством только в виде способности. Эта способность должна быть развита, усовершенствована, а для этого не существует до сих пор никакого иного средства, кроме изучения всей предшествующей философии»⁶ Этот взгляд следует принять в преподавании философии в качестве общей методологической установки, ориентирующей преподавание философии на развитие творческого мышления студентов.

2.2. Методологическая рефлексия и навыки творческого мышления

Развитие творческого мышления у студентов осуществляется при изучении каждой из дисциплин, предусмотренных программой обучения. Особо важную роль в становлении творческого мышления специалиста играют профилирующие дисциплины. Это следует отчетливо представлять. Очевидно, что изучение курса философии должно играть совершенно иную роль в развитии творческого мышления.

При изучении диалектического и исторического материализма студенты должны приобрести и закрепить навыки обобщения и поиска общих постановок задач и путей их решения, навыки постановки и анализа общих вопросов, навыки нахождения общих подходов к решению конкретных проблем. При этом они должны уметь корректно применять философские понятия и принципы, умело оперировать ими в конкретных проблемных ситуациях. В этом студенту должна быть оказана методическая помощь со стороны преподавателей философии. Очевидно, что сам преподаватель должен иметь установку на объяснение студентам ряда методических вопросов.

А. Методология и эвристика. Особого внимания заслуживают отношения методологии и эвристики. Границы этих областей знания недостаточно еще дифференцированы, и можно встретить точку зрения, согласно которой методология и эвристика просто отождествляются. Подобная точка зрения представлена в книге И. Лакатоса «Доказательства и опровержения»⁷

Эвристика рассматривается в настоящее время как наука о творческом мышлении. Она собирает и систематизирует накапливающийся опыт мышления и изучает вопросы его хранения, передачи в обучении и применения. Такая точка зрения представлена в сочинениях виднейшего современного специалиста в области эвристики — Д. Пойа⁸ В этих и других работах Д. Пойа далек от стремления отождествлять эвристику и методологию.

В эвристике изучаются совершенно конкретные процедуры решений задач, а также выясняются условия и правила их построения и применения. Основными ее принципами являются установление аналогии нерешенной задачи с решенной и редукция сложных задач к простым. Другие ее принципы вводятся на базе указанных. Они заимствуются из логики и психологии.

В упомянутых работах по эвристике Д. Пойа и И. Лакатоса изучение творческого мышления ограничивается математическими рассуждениями. Но то, что проделали названные авторы, в менее развитом виде содержится и в других областях знания. Одним из примеров подобного рода является книга А. А. Первозванского «Поиск»⁹, в которой излагаются вопросы эвристики в области решения экономических и хозяйственных проблем. Представляется правомерным считать, что эвристика изучает опыт мышления в конкретных областях знания и выступает как собрание большого числа содержательно различных исследований. Она служит аккумуляции, хранению и передаче опыта мышления.

В методологии же осмысливается опыт мышления с помощью философских понятий и принципов. В ней речь не идет о каких-либо конкретных процедурах научного мышления. Но зато рассматриваются общие условия переноса методов и приемов из одних областей науки в другие, выявляются границы и правила такого переноса и т. п. Все это осуществляется на основе философских категорий.

Конечно, и в методологии разрабатываются, хранятся и применяются процедуры мышления, и их изучение является

содержанием особого раздела эвристики. Но этот ее раздел по содержанию не совпадает с другими разделами. Поэтому правомерно выделять методологическую эвристику в отличие от других эвристик. Но методологическая эвристика не совпадает с методологией: она собирает и хранит опыт методологического мышления и не занимается разработкой принципов методологии или ее структуры.

Преподаватель философии должен быть обязательно специалистом в области методологической эвристики. Такой вывод можно сделать по аналогии с тем, что сказано о преподавателе математики в работах Д. Пойа¹⁰. Только в этом случае преподаватель философии сумеет научить студента ставить и решать задачи методологической рефлексии. Очевидно, что при этом мышление студента качественно преобразуется и поднимается на теоретический уровень.

Б. Методологическая ориентация курса. Методологическая эвристика в настоящее время еще не выделилась в самостоятельную область знания, а ее содержание «рассыпано» в различных разделах философии и философских сочинениях. Поэтому преподавателю философии достаточно трудно быть специалистом по ее вопросам. Отсутствие систематического изложения методологической эвристики влечет неудовлетворительную организацию учебного материала. Она выражается в том, что не разделяются четко задачи применения философских понятий и принципов и задачи их разработки в философской науке. То и другое излагается одновременно.

Но студенты, обучающиеся на философских факультетах, заинтересованы, в первую очередь, приобрести навыки по применению философских принципов в исследованиях. Они, как правило, не проявляют заинтересованности в разработке философской проблематики собственными силами. Поэтому им требуется излагать только те части методологической эвристики, которые служат выработке и закреплению навыков по применению философских понятий и принципов в нефилософских исследованиях.

Студенты же, обучающиеся на философских факультетах, имеют заинтересованность в разработке философских проблем, и им требуется излагать части методологической эвристики, служащие приобретению и закреплению навыков по постановке и решению таких проблем. Конечно, они должны в совершенстве владеть и теми частями эвристики, которые полезны, в первую очередь, для нефилософской общей подготовки.

Ясно, какую роль это может играть в их будущей педагогической деятельности.

Но для успешного осуществления рассмотренного разграничения частей методологической эвристики необходима четкая ориентация курса философии на аудиторию, на интересы студентов. Это методическая ориентация. Она может помочь преподавателю философии при отсутствии систематических работ по методологической эвристике. Он сможет учесть профессиональный интерес и профессиональную ориентацию студентов в ходе изучения курса философии и адекватно отреагировать на то и другое при изложении вопросов методологической эвристики. Какой-то другой совет вряд ли можно предложить в настоящее время.

В. Обоснование знаний. Одним из интересных примеров, на котором можно излагать вопросы методологической эвристики, является проблема обоснования знаний. При этом используются понятия, принципы и выводы, связанные с решением основного вопроса философии.

Обоснование знаний состоит в установлении их истинности или ложности. Истинными знаниями называют такие, которые соответствуют реальности, а ложными — те, которые ей не соответствуют. Надо определить термин «соответствовать реальности». Знания соответствуют реальности в том и только в том случае, если существует в реальности объект этого знания, а не соответствуют, — если объект знания не существует. Термины «существует» и «не существует» определяются операционально — посредством указания процедуры, обнаруживающей предмет. Такими процедурами могут быть построения циркулем и линейкой в элементарной геометрии, непосредственное чувственное восприятие и т. д.

В диалектическом материализме считается, что существует движущая материя, поэтому существует только то, что является исходным пунктом, результатом или процессом движения. Существование устанавливается посредством практики. Но в теоретической науке, непосредственно не замыкающейся на практику, могут быть приняты и иные процедуры установления существования объектов знания. На конкретных примерах можно показать, как решается проблема обоснования знаний в различных областях науки. При этом исследователи могут обращаться к наблюдению, эксперименту, к машинной имитации или математическим построениям и т. п. В связи с движением познания к абсолютной истине через ряд относи-

тельных истин можно показать на примерах, как сменяются постановки проблемы обоснования знаний и способы ее решения. Это отвечает и развитию практики, и развитию средств научного исследования.

В философских же учениях при решении основного вопроса философии давались ответы на вопросы: «Как существует мир?» и «Достижима ли истина?» Философские концепции по данным вопросам были обобщениями конкретных представлений о развитии знания, а также практики и средств научного исследования. Это можно иллюстрировать на примере философских концепций истины диалектического материализма, философских учений Г. Гегеля, Д. Юма и других философов.

На решениях проблемы обоснования хорошо иллюстрируется как содержание, так и значение основного вопроса философии для конкретных позиций тех или иных исследователей. Причем все его содержание студентам представляется не чем-то чужим и абстрактным, а вполне ясным, связанным с опытом повседневного мышления. К проблеме обоснования могут быть подходы и из других разделов учебного курса, например, из темы «Основные законы и категории диалектики». Так, объекты знания существуют во времени, и об их существовании можно говорить в действительности или в возможности, их существование может быть необходимым или случайным и т. п. И тогда законы и категории диалектики связываются с конкретными исследовательскими ситуациями и с повседневным опытом студентов.

Очевидно, что изложенный пример позволяет существенно расширить возможности студентов по применению философских понятий и принципов. Таким путем достигается также более глубокое и осмысленное содержание учебного материала. Опыт педагогической работы автора убеждает в этом.

Г. Логическая организация курса. Вообще говоря, курс диалектического и исторического материализма может быть построен различными способами. Способ расположения материала в курсе представляет собой его логическую организацию. Для развития творческого мышления студентов подходящей является такая организация курса, которая сочетает проблемный способ изложения материала, явно выраженные последовательности переходов от одних понятий и принципов к другим и логически правильные определения всех рассматриваемых понятий.

1. Проблемный способ изложения состоит в том, что показывается, для решения какой проблемы вводятся те или иные понятия или принципы. Они вводятся как средства решения проблемы. При таком изложении студенты хорошо понимают содержание каждого понятия и его смысловую нагрузку в системе философского знания. Обращаясь к проблеме обоснования знаний, можно показать, что понятия истины и существования введены как средства решения этой проблемы. Наличие разнообразных способов установления существования требует обсуждения вопроса о том, как существует мир независимо от познания. Движение познания через ряд относительных истин и возможность заблуждений требуют постановки и решения вопроса о принципиальной познаваемости мира.

При изучении основных форм движения материи целесообразно показать, что в науке заимствуются и переносятся понятия, принципы и методы из одних областей знания в другие. При подобных переносах возможны неадекватные выводы. Чтобы их распознавать, устранять и предупреждать, надо знать, когда переносы оправданны, а когда недопустимы. Такое знание получается на основе анализа отношений форм движения материи и установления несводимости высших форм к низшим.

Проблемный способ изложения можно считать последовательно осуществимым тогда, когда все философские понятия и принципы вводятся описанным образом. Он является средством изложения и наглядного показа содержания методологической эвристики. В нем сочетаются постановка проблемы, поиск способа ее решения и получение требуемого результата.

2. Логика переходов от одних вопросов к другим служит для систематизации обзора и изложения содержания курса. Она позволяет связать в единое целое все понятия и принципы философии, а также установить последовательность их применения при решении проблем научного исследования. Обратимся к примерам.

Рассматривая вопрос об отношении материи и движения, сформулируем три альтернативы: материя может существовать без движения; движение может существовать без материи; материя и движение существуют неразрывно. Им отвечают три вида концепций, имевших место в истории философии. Принятие каждой из двух альтернатив логически влечет признание первичности сознания. Поэтому они логически противоречат материалистическому решению основного вопроса философии. Остается третья альтернатива, согласующаяся с материалистическим решением.

тическим решением этого вопроса. Она принимается и подтверждается конкретными примерами.

Рассматривая соотношение прерывного и непрерывного в развитии, аналогичным образом сформулируем три альтернативы: существуют только прерывные изменения; существуют только непрерывные изменения; существуют те и другие совместно. Эти альтернативы отвечают трем видам концепций, существовавшим в истории философии. Две первые опровергаются как метафизические. Остается третья, согласующаяся с диалектическими представлениями. Она подтверждается конкретными примерами.

Подобным образом могут быть логически связаны переходы и между другими вопросами, рассматриваемыми в курсе. Выявление логических связей и переходов в философском знании служит для демонстрации органического единства понятий, принципов и проблем философской науки. Это необходимо для понимания студентами того, что без систематического продумывания содержания курса они не в состоянии будут его усвоить на высоком научном уровне.

3. Точность определения философских понятий и принципов обязательна для того, чтобы ими можно было пользоваться при постановке и решении проблем. Если понятия и принципы плохо введены, неоднозначно могут истолковываться, то неизбежны недоразумения. Тогда споры носят не содержательный, а чисто литературный характер. Но это не дает возможности решать и даже корректно ставить проблемы. Для пояснения можно привести примеры как из философии, так и из каких-то конкретных областей знания. Это наглядно покажет студентам, насколько важно соблюдать требования точности и строгости при формулировании понятий и философских утверждений.

Творческое мышление не противоречит требованиям точности, определенности и непротиворечивости. Логическая организация курса философии служит как для приобретения и закрепления навыков творческого мышления, так и для предотвращения хаотических и сумбурных рассуждений и высказываний. Разработка логической организации курса философии является очень сложной и ответственной методической работой преподавателя.

Д. Доказательство и опровержение. Приобретение навыков доказательства и опровержения студентами при изучении курса философии — необходимый компонент в развитии их

творческого мышления. Следует подчеркнуть, что именно данный курс содержит хорошие возможности для многочисленных упражнений по доказательствам и опровержениям. Но в чем заключаются эти возможности?

Известно, что в истории философии постоянно наблюдалась борьба мнений, борьба школ и направлений, выражавшая так или иначе борьбу между основными философскими направлениями — материализмом и идеализмом. В этой борьбе содержится неисчерпаемый источник примеров доказательства и опровержения.

В. И. Ленин, рассматривая причины возникновения и существования идеалистических философских учений, сформулировал в работе «К вопросу о диалектике» общие положения о гносеологических и классовых корнях идеализма. Гносеологические корни он рассматривает как абсолютизацию верно подмеченных сторон познания, неправомерное обобщение частных представлений о познании¹¹. Но подобные неправомерные обобщения в гносеологии являются ничем иным, как разновидностью, частным случаем логических ошибок.

Опровержение идеалистических философских воззрений основывается на выявлении ошибочных оснований (или аргументов), использованных при их формулировании и развитии. Умение находить подобные ошибки — необходимое условие для правильной критики идеализма. И то же самое следует сказать по поводу метафизических воззрений философов.

Рассмотрим тезис эмпиризма, сформулированный Дж. Локком: «Ничего нет в уме такого, чего прежде не было бы в чувствах». В этом тезисе утверждается, что содержанием любых мысленных знаний является чувственный опыт. Считалось, что проверка мысленных знаний может быть осуществлена на основе чувственного опыта во всех случаях жизни. В настоящее время известно, что далеко не все мысленные знания образуются на основе чувственного опыта человека и что проверка далеко не любых знаний осуществима посредством обращения к данным опыта. В диалектическом материализме в качестве критерия истины и основы познания справедливо рассматривается практика.

Но абсолютизация чувственного опыта как основы познания и критерия истины обусловила возникновение откровенно идеалистической философии Дж. Беркли и агностической философии Д. Юма. Первый полагал, что «существовать значит быть воспринимаемым». Высказывания о существовании предмета и о его восприятии рассматривались им как эквива-

лентные. Это логическая ошибка, так как воспринимаемое должно существовать, но не все существующее может быть воспринято. Второй не формулировал такого критерия истины и существования, но заявлял, что человек не может знать ни того, что существует за пределами опыта, ни того, существует ли вообще что-либо за этими пределами. В этом случае неправомерно сужалась область существующего и познаваемого.

Итак, неправомерное расширение критерия существования и истины у Беркли и неправомерное сужение границ существующего и познаваемого у Юма имело своим источником ошибочный тезис Локка, в котором правильно подмеченная «черточка» познания неправомерно абсолютизировалась и обобщалась на все возможные случаи. Эти ошибки очень похожи на известные в логике ошибки в определении понятий — «слишком узкого» и «слишком широкого» определения¹² Знание логических правил определения позволяет распознавать и устранять подобные ошибки.

В. И. Ленин, рассматривая кризис методологических основ физики, показал в работе «Материализм и эмпириокритицизм», что одной из его предпосылок было неправомерное отождествление философского понятия материи с конкретным представлением об одной из ее разновидностей — атомах¹³ Поэтому был сделан вывод об исчезновении материи, когда были открыты до этого неизвестные явления — делимость атома и образование фотонов при столкновении электронов и позитронов. В. И. Ленин выявил эту логическую ошибку и устранил ее: он отделил философское понятие материи от частных естественно-научных представлений о ее отдельных видах и свойствах.

Подобных примеров достаточно много в учебном курсе философии. Их выявление и анализ служит хорошей иллюстрацией того, как в философской борьбе материализма и идеализма применялись доказательства и опровержения. Самостоятельный анализ примеров этого рода студентами по аналогии с изложенным анализом преподавателя является хорошим источником для приобретения и закрепления навыков доказательства и опровержения.

Каждый студент, располагая навыками доказательства и опровержения, может самостоятельно разобраться в содержании вновь встречающихся философских концепций. Он может применять эти навыки также в анализе концепций или гипотез в собственной области подготовки или исследования, а также в повседневной житейской практике. Поэтому значение приоб-

ретения и закрепления навыков доказательства и опровержения выходит далеко за границы курса философии.

Итак, развитие творческого мышления при изучении любой науки имеет важное воспитательное значение. Оно формирует непосредственный интерес к изучаемой науке, повышает ее престиж в глазах учащегося и способствует росту авторитета преподавателя. Все это полностью относится и к курсу философии. В то же время развитие творческого мышления повышает эффективность усвоения учебного материала. В подобных случаях эффективность измеряется степенью овладения знаниями, приобретения практических навыков, их применения при постановке и решении соответствующих задач. Безусловно, это сохраняет силу и для изучения курса философии.

Решение задач развития творческого мышления студентов требует от преподавателя хорошего владения методологической базой.

Глава 3

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ НАГЛЯДНЫХ МОДЕЛЕЙ В ФИЛОСОФСКОМ ЗНАНИИ

Методические вопросы применения наглядных моделей в преподавании философии отличаются значительным разнообразием и в настоящее время разработаны еще очень недостаточно. Очевидно, что в небольшой главе нельзя претендовать даже на сколько-нибудь полный обзор подобных вопросов, их обоснование или создание общей методики решения. Поэтому мы ограничимся здесь только такими из них, которые связаны с наглядным выражением содержания философских понятий и концептуальных представлений, а также их логических отношений друг к другу. Это имеет немаловажное значение для облегчения и понимания студентами многих проблем, излагаемых в курсе диалектического и исторического материализма.

В любой теоретической дисциплине, как это хорошо известно, излагаются многочисленные абстрактные понятия, концептуальные представления, содержание и отношения, многие из которых отличаются большой сложностью. Но абстрактный характер и сложность создают известные затруднения в овладении ими при обучении. В особенности подобные затруднения сказываются в тех случаях, когда студентам не приходилось

хотя бы в какой-то степени изучать прежде элементы преподаваемой им дисциплины. В условиях ускоренного изучения последней отмеченные трудности в понимании и усвоении могут существенно сказываться на качестве обучения. В подобных ситуациях применение наглядных моделей призвано обеспечить повышение качества овладения учебным материалом.

Например, при изучении философии студенты сталкиваются с очень сложными абстрактными понятиями и концептуальными представлениями. В то же время обучение философии проводится в достаточно сжатые сроки. Все это предопределяет значительные трудности в понимании и успешном усвоении учебного материала большинством студентов, что хорошо известно преподавателям философии. Именно в таких условиях обращение к наглядным моделям позволяет, как показывает опыт, существенно улучшить качество овладения изучаемым материалом у подавляющего большинства студентов. Но подобные модели необходимо уметь создавать и применять в ходе учебного процесса.

Принципиальная возможность применения наглядных моделей для выражения содержания абстрактных понятий и концептуальных представлений хорошо известна. Она широко используется в математике, кибернетике, логике, технических и некоторых других науках. В диалектическом материализме на наглядное созерцание абстрактных математических понятий обратил внимание Ф. Энгельс, усматривавший в этом одну из закономерностей математического познания¹ Отмеченная возможность представляет также значительный интерес и для решения проблем обучения. И в этой связи необходимо ее обобщение и обоснование, что осуществимо на материале истории науки и опыта обучения.

Многочисленные случаи использования наглядных моделей для выражения содержания абстрактных понятий и концептуальных представлений известны в науке древнего Египта, Вавилона и Греции. Обобщая такие случаи, А. Сабо выявил и описал метод придания наглядности² И хотя это было сделано им на примере развития математики, не вызывает сомнения то, что данный метод применим и в других областях научного знания и преподавательской деятельности. Одним из подтверждений такого убеждения выступает опыт географии как науки и ее преподавания. В то же время известно, что далеко не каждый ученый или педагог реально владеет методом придания наглядности. И в этой связи приходится ставить и решать вопрос о том, как обеспечить практическое овладение данным

методом. Для ответа на него необходимо уяснить, что обсуждаемые модели представляют собой разновидность знаковых средств познания, хранения и передачи знаний. В качестве таковых они обладают семантическими и синтаксическими характеристиками, что позволяет выявить и сформулировать совокупность правил, относящихся к методу придания наглядности³

Преподаватель философии, обращающийся к наглядным моделям в обучении, должен самостоятельно создавать и применять их в своей профессиональной деятельности. В то же время ему необходимо передавать свой опыт обучающимся у него студентам. Все это возможно при условии некоторой методической подготовки, в содержание которой входят следующие компоненты:

1. Приобретение знаний элементов формальной логики и практических навыков их применения^{4, 5}

2. Ознакомление с некоторыми видами знаковых средств, полезных для создания наглядных моделей обучения, и приобретение навыков их использования⁶

3. Ознакомление с опытом применения подобных моделей в кибернетике, общей теории систем и других областях науки⁷

3.1. Применение логической теории понятия

Философия, как и другие области теоретического знания, содержит различные достаточно разработанные системы понятий. С помощью этих понятий формулируются философские концепции, проводятся их обоснование или опровержение, ставятся проблемы и разыскиваются решения, ведутся дискуссии и т. п. Но искусство оперирования понятиями, как известно, не является врожденной способностью человека, а требует соответствующих умений и навыков мышления. Опыт показывает, что и сами понятия должны отвечать ряду требований в связи с проведением корректных рассуждений и получением достоверных выводов. Однако выявление и реализация таких требований невозможны без знания основных положений логической теории понятия. Рассмотрим некоторые возможности применения этих положений в философии.

А. Понятия и признаки. Понятие представляет собой мысленное отражение предмета в его существенных признаках.

Признаки, с помощью которых распознаются предметы, определяются как существенные с точки зрения некоторой ситуации, а потому один и тот же предмет может характеризоваться различными сочетаниями существенных признаков. Это необходимо всегда иметь в виду, чтобы распознавать или предупреждать ошибки, возникающие при оперировании понятиями и признаками. Подобные ошибки приводят к неверным представлениям и высказываниям о соответствующих предметах. Обратимся к примерам.

В. И. Ленин подчеркивал, что с философским материализмом связан только один признак материи — «быть объективной реальностью», т. е. «существовать независимо от сознания». Но в предшествующих философских учениях материи приписывался также признак — «быть вещественной первоосновой всех вещей и явлений». Оба признака считались как бы однопорядковыми, относящимися к одному уровню общности. И это приводило к содержательным ошибкам в рассуждениях о материи и ее свойствах. Теперь хорошо известно, что материя существует в различных формах, основными из которых являются вещество и поле. Но отсюда ясно, что отождествление, о котором шла речь, неправомерно. Именно из этой ошибки проистекал вывод об исчезновении материи, ее превращении в энергию. Логический анализ признаков и их отношений позволяет распознавать и предотвращать подобные ошибки.

Из определения причины и следствия известно, что причина предшествует во времени следствию. Однако предшествование во времени как признак характеризует не только причинную связь, но также и простое чередование явлений. Поэтому данный признак выступает более общим по отношению к признакам, используемым при распознавании причинных связей. Но на практике их нередко ошибочно отождествляют, и тогда получают неверные суждения об отношениях явлений. Так, ошибочно суждение о том, что причиной войны между Россией и Францией в 1812 году было появление кометы. Известны и другие ошибки этого рода.

В логике известны различные виды признаков: существенные и несущественные, общие и частные, специфические и неспецифические, необходимые и случайные и др. Распознавание перечисленных признаков — важная задача, которую надо уметь ставить и решать. В противном случае возникают ошибки, аналогичные уже рассмотренным. Для того чтобы отличить материалистов и идеалистов, существенным выступает решение ими основного вопроса философии. Но нередко студенты

ошибочно указывают на другие признаки при распознавании принадлежности философов к материализму или идеализму. Такая ошибка оказывается следствием отсутствия у них представлений о существенных и несущественных признаках, а также умений и навыков распознавать признаки этих видов. Непонимание различий между специфическими и неспецифическими признаками выступает основанием для ошибочного смешивания, например, причины и повода, указание на повод как на причину явления. Подобным же образом дело обстоит и при отождествлении других признаков, относящихся к различным логическим видам. Отсюда ясно, какое значение имеет на практике сообщение студентам сведений о признаках, их видах, отношениях и о возможных логических ошибках, которые необходимо уметь распознавать, устранять или предотвращать. Все это целесообразно делать на конкретных примерах из курса диалектического или исторического материализма, где речь идет о критике несостоятельных философских воззрений.

Б. Виды и отношения понятий. Нередко приходится встречаться с ошибкой, связанной с отождествлением (или различением) понятия и термина. Известно, что один и тот же термин в разных ситуациях может употребляться для выражения различных понятий. Так, термин «метафизика» употребляется И. Кантом и Г. Гегелем для обозначения совершенно различных явлений. Нередко студент испытывает великое изумление, когда узнает об этом. Но в чем его причина? Очевидно, в незнании и непонимании различий между терминами и понятиями. То же самое имеем в случаях употребления термина «диалектика» Аристотелем и Гегелем. Именно в связи с такими примерами необходимо дать представление о внеположенных и равнозначных понятиях, а также о синонимии и омонимии терминов.

Но, затронув отношения внеположенности и равнозначности понятий, разумно обратиться и к другим их отношениям.

С помощью схем, являющихся разновидностью кругов Эйлера (рис. 1), хорошо представляются отношения двух перекрещивающихся понятий — А и Б: А Б. Так, выделяются классы предметов, служащих одновременно подклассами двух других классов: «материалисты, являющиеся диалектиками», или «диалектики, являющиеся материалистами». Нетрудно видеть, что при этом образуются термины — синонимы. В случаях же с

большим числом перекрещивающихся понятий более удобными оказываются карты Вейча (рис. 2).

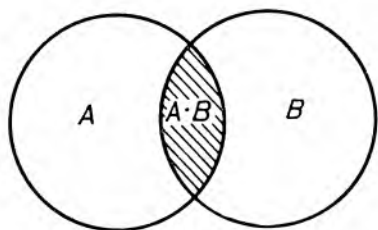


Рис. 1

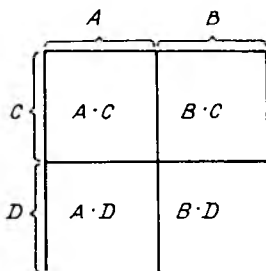


Рис. 2

Пусть символы А, В, С, Д обозначают, соответственно, понятия: «материалисты», «идеалисты», «диалектики», «метафизики». На схеме представлен полный обзор всех возможных сочетаний перекрещивающихся понятий. Количество столбцов и строк в подобных картах может быть каким угодно, в зависимости от числа рассматриваемых перекрещивающихся понятий.

Различаются в логике родовые и видовые понятия. Так, понятие «метод» будет родовым по отношению к понятиям «диалектика» и «метафизика», а последние — видовыми по отношению к первому. В то же время «диалектика» и «метафизика» по отношению друг к другу выступают внеположенными понятиями, так как исключают друг друга (рис. 3). Они также будут подчиненными понятиями по отношению к понятию «метод», а последнее — подчиняющим по отношению к ним. Эти виды и отношения понятий можно представить с помощью кругов Эйлера (рис. 4).



Рис. 3

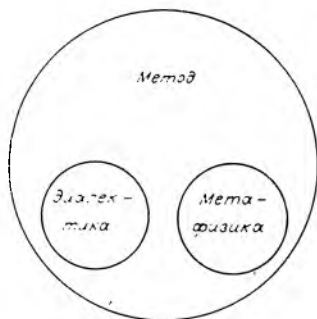


Рис. 4

Наглядное представление отношений между философскими понятиями очень полезно, так как оно позволяет включить в обучение восприятие, представление и зрительную память студентов. Это, как известно, способствует лучшему усвоению учебного материала.

В. Определение понятий. В курсе диалектического и исторического материализма даются определения многим философским понятиям. Но студентам, как правило, не известно, что такое определение и как оно может быть устроено. Отсюда вытекают и соответствующие ошибки.

Одним из понятий, которому дается необычное определение, является «материя». В. И. Ленин дает ему определение через противоположность. Это особый прием, встречающийся сравнительно редко. Чтобы понять его специфику, надо его сопоставить с другими видами дефиниций.

Наиболее распространенными являются определения через род и видовое отличие. В них определяемое понятие подводится под ближайшее родовое понятие, а внутри данного рода выделяется его часть, которая характеризуется отличительными признаками, позволяющими отделить ее от всех других частей рода. Так, понятие пространства определяется через понятие отношения. Но отношения могут быть самыми разнообразными, а потому надо выделить такие, которые входят в множество пространственных и исчерпывают его. Это — отношения сосуществования. В итоге дефиниция выглядит так: «Пространство — это отношения вещей и явлений, в которых они сосуществуют». Аналогичным образом получим дефиницию времени: «Время — это отношения вещей и явлений, в которых они сменяют друг друга».

Особой разновидностью определений являются генетические. В них содержание понятия раскрывается с помощью указания способа происхождения соответствующего предмета. Так, можно определить понятие человека как животного, происшедшего от обезьяны на основе трудовой деятельности. Возможны генетические определения общества, общественно-экономических формаций, государства и т. д. Для такого вида определений имеется благодатная почва, так как в диалектическом и историческом материализме изучаются законы развития, а, значит, пути происхождения и уничтожения вещей и явлений действительности.

Практически очень важными являются правило соразмерности определений и знания о связанных с ними ошибках и об

ошибке «порочного круга». Все эти ошибки постоянно наблюдаются в выступлениях студентов на практических занятиях и в экзаменационных ответах, а потому необходима значительная работа по их устранению и предупреждению. Так, встречаются определения истины как знания, проверенного на практике. Но существуют знания, которые истинны и еще не проверены на практике. Поэтому в данном случае нарушен принцип соразмерности определения. Встречаются попытки определить сознание как мышление, чувственное отражение, целенаправленное и другие проявления сознания. Следовательно, получается ошибка круга в дефиниции, так как в определяющей части содержится тот самый термин, который стоит в качестве определяемого.

Зная все перечисленные правила и возможные ошибки, можно понять смысл и оправданность определений через противоположность. При этом полезно использовать наглядные средства, о которых речь шла выше. Все это служит хорошим инструментом для корректного введения и использования философских понятий.

Г. Деление понятий. С делением понятий приходится встречаться при классификации форм движения материи, в обзоре возможностей и их отношений, при классификации диалектических противоречий и т. д. Далеко не всегда студенты хорошо могут уяснить себе решение подобных проблем. Облегчит им такую работу знание логических сведений и правил о делении понятий.

Деление может основываться на обычных родо-видовых отношениях. Так, когда выделяют абстрактные и реальные возможности, то используют отношения подчинения и соподчинения понятий. «Возможность» выступает родовым и подчиняющим понятием по отношению к «абстрактной» и «реальной» возможностям, а последние оказываются видами ее, подчиненными по отношению к «возможности» понятиями: Они же — и соподчиненные понятия, причем как члены деления исключают друг друга и исчерпывают объем делимого понятия. Выделение других видов возможностей осуществимо уже по иным основаниям. Точно так же определяются «внутреннее противоречие» и «внешнее противоречие».

В классификации форм движения материи, которая проведена Ф. Энгельсом, имеется деление понятий, называемое прогрессивным. В нем каждый последующий вид определяется с добавлением признака, которым не обладал предыдущий.

Именно поэтому формы движения материи располагаются в следующем порядке: механическая, физическая, химическая, биологическая и социальная. Понимание смысла этой классификации невозможно без знания лежащего в ее основе логического принципа.

Рассматривая виды идеализма, отличают субъективный и объективный идеализм, внутри них — рационалистический, сенсуалистический и волюнтаристический виды. Последние три вида выявляются с помощью пропорционального деления понятий. Действительно, в сознании присутствуют три компонента: разум, чувства и воля. В зависимости от того, какой из них считается преобладающим, выделяется и вид идеалистического мировоззрения. Так, в рационализме преобладающим считается разум, в сенсуалистическом — чувства, а в волюнтаристическом — воля. Сочетание этих трех видов с объективным и субъективным идеализмом дает шесть основных разновидностей идеалистической философии.

Чрезвычайно важно объяснить студентам, что при нарушении правила об исключении членов деления друг другом получаются эклектические воззрения. Так, материализм и идеализм исключают друг друга, потому что это не перекрещивающиеся понятия. Но уже в позитивизме данный принцип не выдерживается. Попытка обойти основной вопрос философии в логическом отношении есть не что иное, как нарушение названного правила деления понятий. Но раз так, то получаются эклектические воззрения, в них естественными оказываются противоречащие друг другу утверждения. Достаточно вспомнить критику В. И. Лениным принципа принципиальной координации Р. Авенариуса, в котором утверждалось, что нет субъекта без объекта и нет объекта без субъекта. В ленинской критике показано, что на деле это объединение в одном тезисе материалистического и идеалистического решений основного вопроса философии. Но, как известно, такие решения взаимно исключают друг друга. Следствием из подобного объединения является противоречивый характер философии эмпириокритицизма, что было охарактеризовано как эклектика. Последняя, как видим, имеет под собой тривиальную логическую ошибку, возведенную в ранг теоретического принципа.

3.2. Схемы Эйлера и диаграммы Венна

Изучение теоретических разделов научного знания включает овладение содержанием понятий и их логических отноше-

ний. Обращение к методу придания наглядности облегчает решение этих методических задач. В подобных случаях целесообразно использование схем Эйлера, с помощью которых наглядно изображаются отношения между понятиями. Обратимся к примерам.

Хорошо известны ошибки, состоящие в отождествлении студентами материалистов и диалектиков, идеалистов и метафизиков. В подобных случаях следует объяснить, что понятия, входящие в названные пары, являются перекрещивающимися, а не равнозначными. Отношения перекрещивания полезно представить с помощью двух схем Эйлера (рис. 5 и 6).

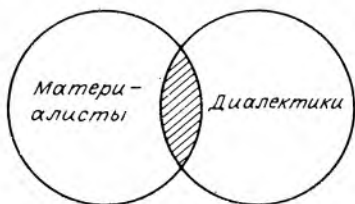


Рис. 5

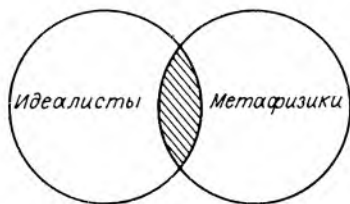


Рис. 6

В первом случае заштрихованной областью обозначается множество материалистов, являющихся диалектиками (или множество диалектиков-материалистов), во втором — множество идеалистов, являющихся метафизиками (или множество метафизиков-идеалистов). Словесные выражения в каждой паре оказываются синонимами и выражают равнозначные понятия. Аналогичным образом следует поступить при наглядном изображении понятий «идеалисты» и «диалектики», «материалисты» и «метафизики» (рис. 7 и 8). Здесь в первом случае заштрихованной областью обозначается множество идеалистов, являющихся диалектиками (или множество диалектиков-идеалистов), а во втором — множество материалистов, являющихся метафизиками (или множество метафизиков-материалистов). Пары словесных выражений, соответствующих в каждом случае заштрихованным областям, содержат синонимы, обозначающие равнозначные понятия.

Выявление синонимии терминов служит для распознавания равнозначных понятий. Это возможно при введении и разборе определений через род и видовое отличие. Здесь определяемый термин выступает синонимом термина, являющегося видовым отличием, а соответствующие им понятия совпадают по объему.

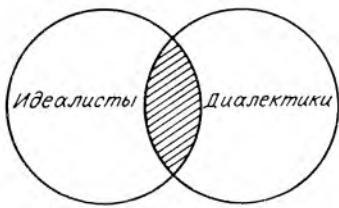


Рис. 7

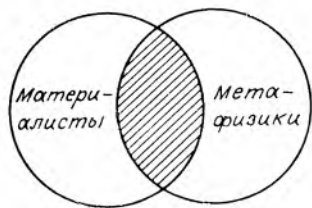


Рис. 8

Термин же, обозначающий родовое понятие, оказывается более широким по объему. Представим это на примере определения абстрактной возможности как таковой, для превращения которой в действительность нет достаточных условий, а последнее изобразим на схеме Эйлера (рис. 9).



Рис. 9

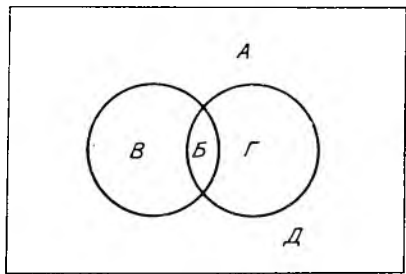


Рис. 10

При наглядном изображении отношений между понятиями, входящими в сложные концептуальные представления, более удобными оказываются диаграммы Венна, являющиеся несколько усложненными схемами Эйлера. Так, представление о разделении философов на группы в зависимости от решения ими основного вопроса философии и применяемого метода исследования наглядно изображается с помощью диаграммы (рис. 10). Областью внутри квадрата обозначается все множество философов, материалисты-диалектики — областью, заключенной в пересечении окружностей, материалисты-метафизики — областью, отсекаемой в левом круге, идеалисты-диалектики — областью, отсекаемой в правом круге. Множество идеалистов-метафизиков обозначено областью, находящейся за пределами окружностей. Перечисленные области отмечены, соответственно, символами А, Б, В, Г и Д. Точно так же

можно поступать при изображении отношений между видами диалектических противоречий, видами связей и во всех других аналогичных случаях.

3.3. Карты Вейча и скобочные схемы

Часто приходится показывать, что произведенное деление объема некоторого понятия является исчерпывающим, а его члены исключают друг друга. При использовании одного основания деления нет трудностей. Но одновременное применение нескольких оснований требует наглядного подтверждения того, что деление корректно. В таких случаях удобно пользоваться картами Вейча. Так, с помощью подобной карты можно показать, что, разделив множество философов на два подмножества по решению ими основного вопроса философии и на два подмножества по используемому методу, получим четыре вида философов (рис. 11).

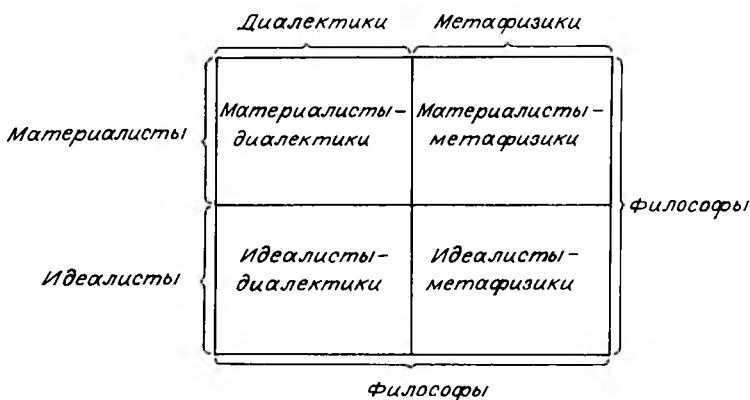


Рис. 11

Области в малых квадратах не пересекаются, что выражается независимостью членов деления друг от друга. Эти области полностью покрывают площадь большого квадрата, что выражает исчерпываемость деления. Таким путем корректность деления изображается наглядно, что способствует облегчению понимания и запоминания сложных отношений между понятиями.

Часто приходится производить деление некоторого понятия по значительно большему числу оснований, при этом необхо-

димо иметь средства для наглядного изображения корректности деления. В подобных случаях хорошим средством оказываются скобочные схемы. С их помощью сложная система отношений между понятиями, выступающими в качестве членов деления, воспроизводится на отрезке прямой. Удобство данных схем очевидно, так как внутри одних скобок могут изображаться другие. Но здесь следует использовать еще и символические обозначения всех понятий, над которыми выполняются операции деления. Обратимся к примеру.

Разделим множество связей A на связи внутренние B и внешние B' . Внутренние и внешние разделим на существенные D и несущественные D' , а оба последних вида — на односторонние Γ и двусторонние Γ' . Представим логические отношения между всеми членами деления на отрезке прямой MN (рис. 12).

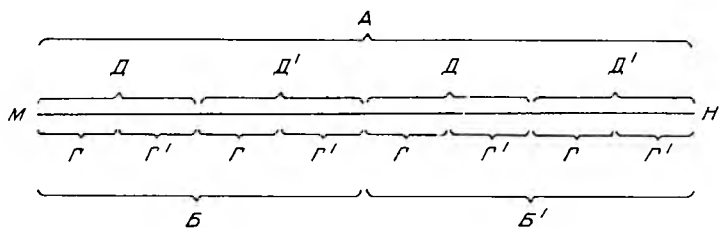


Рис. 12

Скобочные схемы можно использовать при построении карт Вейча. В таких случаях две скобочные схемы следует совместить с двумя сторонами квадрата или прямоугольника, а затем расцезть площадь фигуры отрезками прямой, исходящими из точек деления на сторонах последней. В образовавшихся малых квадратах или прямоугольниках можно записать термины, выражающие члены деления или их символические обозначения. Описанное построение карт Вейча предоставим выполнить читателю самостоятельно в качестве упражнения.

3.4. Древоподобные графы (деревья)

При изложении учебного материала часто приходится проводить классификацию тех или иных явлений, изучаемых философией. Существует классификация мировоззрений, философских направлений, научных знаний и др. Обращение к наглядному изображению здесь чрезвычайно полезно.

Во всех случаях классификации хорошим средством наглядного представления выступают древовидные графы (или деревья). Продемонстрируем на примерах их применение. При этом воспользуемся символическими обозначениями понятий, над которыми производятся операции.

Совокупность всех мировоззрений A разделим на мировоззрения обыденные B и теоретические B^1 . Каждый из двух последних видов разделим на идеалистические B и материалистические B^1 , а те и другие — на диалектические Γ и метафизические Γ^1 . Отношения между всеми перечисленными понятиями представим с помощью древовидного графа (рис. 13). Благодаря этому видно, что каждая пара внеположенных понятий располагается на одном и том же ярусе дерева, а восемь путей от окончных вершин до корня соответствуют тому же числу видов мировоззрения. Ясно, по каким признакам эти виды различаются, а по каким могут быть сходными.

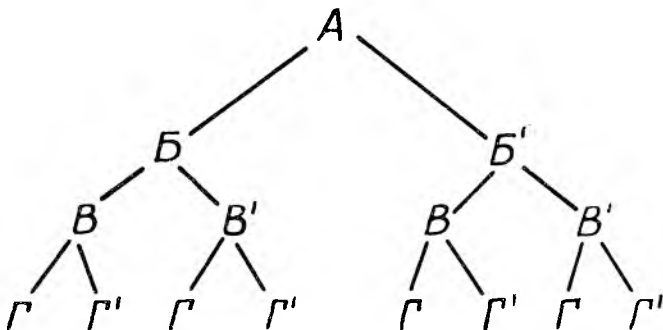


Рис. 13

При изучении сочинений классиков диалектического и исторического материализма и в ходе критики идеалистических философских учений студентам приходится встречаться со значительным разнообразием идеалистических мировоззрений. Анализ и критика каждого из них имеют свою специфику, что обусловлено конкретным содержанием решения основного вопроса философии. И в этой связи необходимо решение методической задачи по систематизации всего содержания излагаемой критики. Сделать это можно с помощью классификации видов идеалистических философских учений, а для облегчения ее усвоения полезно воспользоваться древовидным графом (рис. 14).

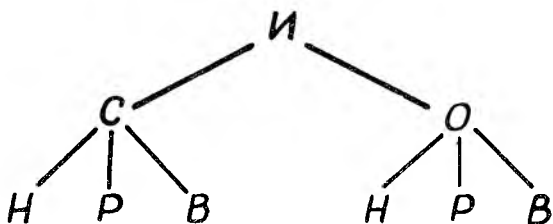


Рис. 14

Идеалистические воззрения И подразделяются на субъективный С и объективный О идеализм. Но в том и другом выделяются виды — сенсуалистический Н, рационалистический Р и волюнтаристический В. Получается шесть исключаящих друг друга видов. Разумеется, полезно каждый вид пояснить фактическим примером. Такие объяснения, связанные с наглядным представлением, хорошо понимаются и запоминаются.

Современные научные исследования характеризуются значительным разнообразием. В них выделяются отличные друг от друга и сходные между собой виды. Но возможные различия и сходство очень трудно представить и запомнить без наглядного изображения. Его можно осуществить также с помощью дерева, где все исследования обозначены символом А; гуманитарные, естественные и технические — Б, В, Г; эмпирические и теоретические — Д и Д'; получение, проверка и систематизация знаний — К, Л, М (рис. 15).

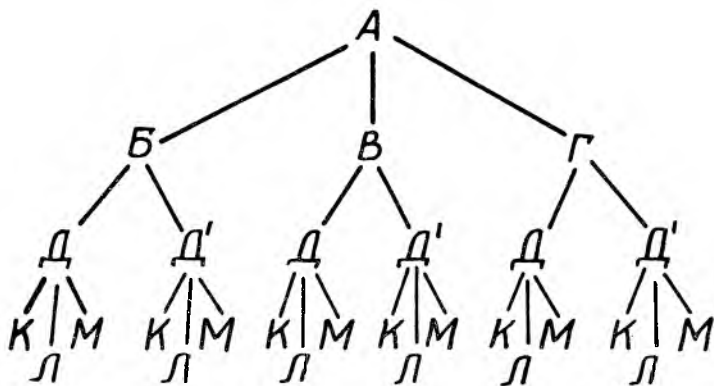


Рис. 15

Очевидно, что применение древовидных графов связано с одновременным владением правилами логики, относящимися

к оперированию понятиями. Только знание последних может обеспечить желаемый результат. Поэтому преподаватель должен сообщить такие правила студентам по ходу построения и объяснения древовидных графов. Можно также выписывать полные названия всех обозреваемых явлений вместо условных обозначений.

3.5. Структурные схемы

Часто приходится рассматривать сложные явления и процессы, в которых выделяются составные части и устанавливаются их связи друг с другом и с некоторыми явлениями или процессами.

В подобных случаях чрезвычайно полезными оказываются структурные схемы. Они отличаются хорошей наглядностью и выступают средством обозрения изучаемых объектов.

Структурные схемы строятся из прямоугольных блоков, ромбов и стрелок. Первыми обозначаются части явлений или процессов, вторыми — возможность альтернативных переходов, а третьи используются для изображения связей частей между собой и с внешними явлениями или процессами. В качестве примеров приведем схемы проверки и уточнения гипотез (рис. 16), объяснения фактов (рис. 17) и общественного воспроизводства (рис. 18). Первые две схемы хорошо понятны без дополнительных пояснений. Отметим только, что начало процессов в них обозначается блоками «проверка гипотез» и «объяснение фактов», соответственно.

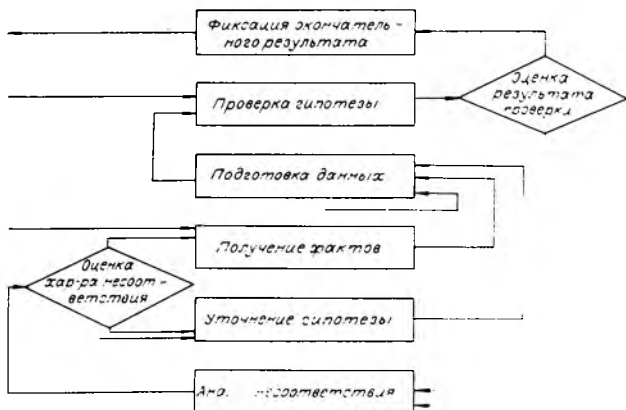


Рис. 16. Проверка гипотез

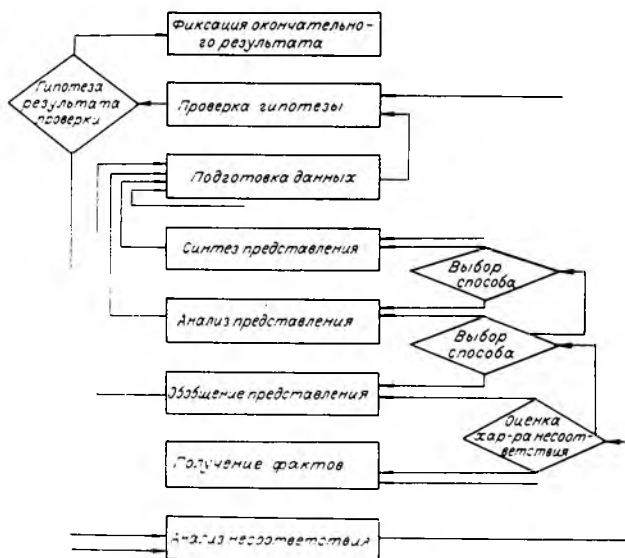


Рис. 17 Объяснение фактов

Общественное воспроизводство представляет собой сложное общественное явление, включающее производство, потребление, распределение и перераспределение материальных благ; производство, использование, распределение и перераспределение трудовых ресурсов. Его описание отличается значительной сложностью, а понимание и запоминание последнего оказываются достаточно трудными. Обращение к наглядному представлению позволяет сравнительно просто обозреть содержание названного описания и облегчить студентам его усвоение (рис. 18).

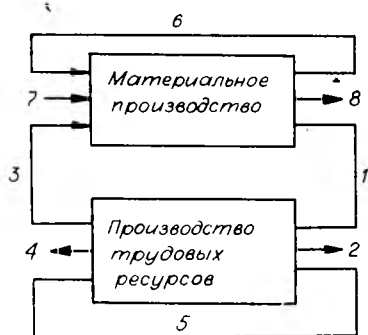


Рис. 18

Блоком «Производство трудовых ресурсов» обозначены производство, распределение и перераспределение трудовых ресурсов. Использование трудовых ресурсов имеет место в материальном производстве и при их производстве, распределении и перераспределении. Это обстоятельство обозначено стрелками 3 и 5. Материальные затраты, связанные с использованием трудовых ресурсов, их производством, распределением и перераспределением, обозначены стрелками 6 и 1, выходящими из блока «Материальное производство». Это означает, что материальное производство выступает источником названных затрат. Стрелками 2 и 4 обозначен обмен трудовыми ресурсами со средой, в которой существует рассматриваемое явление, а стрелками 7 и 8 — обмен материального производства со средой материальными ресурсами. С помощью данной структуры модели осуществлена экспликация содержательного представления об общественном воспроизводстве. Аналогичным образом могут быть эксплицированы и другие концептуальные представления^{8, 9}

3.6. Графики и геометрические фигуры

Единство абсолютного и относительного познания, рассматриваемое как последовательность шагов приближения знания к объекту, может быть представлено с помощью ряда кругов, что было предпринято Г. Гегелем и В. И. Лениным. Представим множество концентрических кругов, а каждый круг с меньшим радиусом сопоставим с предшествующим шагом познания, круг с большим радиусом — последующим. Разумеется, множество таких кругов бесконечно, и на рисунке изображена лишь некоторая его часть (рис. 19).

Возможность наращивания последующих кругов символизируется стрелкой, исходящей из центра. Но сами переходы не отображаются на этом рисунке: здесь представлены только результаты подобного перехода. Названные переходы выступают наращиванием «частиц абсолютного» в содержании знания, устранением имевшихся прежде неточностей или заблуждений.

Истолкуем площадь круга как абсолютное в содержании знания, а точки на его окружности — как неточности, ошибки и заблуждения. Тогда переход от предыдущего состояния знания к последующему представим как стирание окружности меньшего радиуса и вычерчивание окружности большего радиуса. Площадь меньшего круга включается в площадь боль-

шего, что соответствует наращиванию абсолютного в содержании знания. Такие переходы можно хорошо изображать, рисуя мелом и стирая окружности на доске, или с помощью рисунков (рис. 20 и рис. 21).

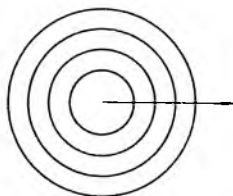


Рис. 19



Рис. 20

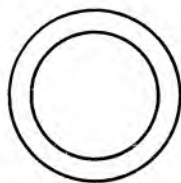


Рис. 21

Множество подобных переходов можно показать с помощью более сложной модели в ортогональной системе координат. Обозначим оси координат T , X , Y . По оси T откладываем моменты времени $0, 1, 2, \dots$. Выберем на оси X точку «а» и проведем из нее кривую, удаляющуюся от оси T . Такой график представляет наращивание содержания знания с течением времени: содержание знания оказывается переменной, зависящей от времени (рис. 22).

Восстановим перпендикуляры к оси T из точек, обозначающих моменты времени, до пересечения их с кривой (рис. 23). Последовательность перпендикуляров, отвечающая последовательности моментов времени, изображает наращивание содержания знания с течением времени. Теперь можно представить, что кривая и перпендикуляры вращаются одновременно вокруг оси T . Получается тело вращения, которое рассечено плоскостями, перпендикулярными оси T .

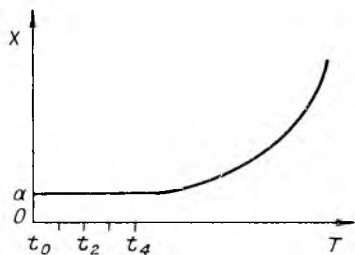


Рис. 22

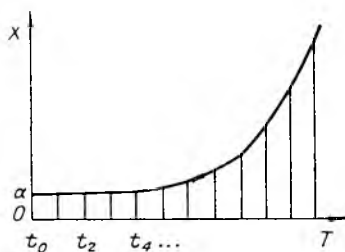


Рис. 23

Каждое из подобных сечений есть круг. Последовательности моментов времени соответствует последовательность кругов. Каждый из последующих кругов имеет площадь, большую по сравнению с предыдущим кругом. Полученная последовательность кругов изображает множество переходов, о которых речь шла выше. Но то, что было изображено на плоскости (рис. 19), теперь представлено в трехмерном пространстве. Операции переходов, показанные ранее как рисование мелом на доске и стирание окружностей, могут пониматься как дискретные преобразования кругов в трехмерном пространстве. Очевидно, что все это может быть записано с помощью символических средств аналитической геометрии.

В диалектическом материализме познание всегда исследуется в единстве с практикой. Это единство также может быть представлено в наглядной форме. В каждый момент времени практика охватывает определенную часть (область) материального мира. Познание человеком действительности ограничивается, в основном, данной областью. Но с течением времени практика охватывает гораздо более широкую область, что приводит к расширению области познания: В каждый период времени познание как последовательность кругов стремится к тому пределу, который задает практика.

В ортогональной системе координат T , X , Y изобразим кривой, исходящей из точки «б», изменение области мира, выделяемой посредством практики. Кривой, исходящей из точки «а», покажем движение познания. На оси T откладываем, как и в предыдущем случае, моменты времени (рис. 24). Первая кривая задает расширение границ, в которых происходит наращивание содержания знания.

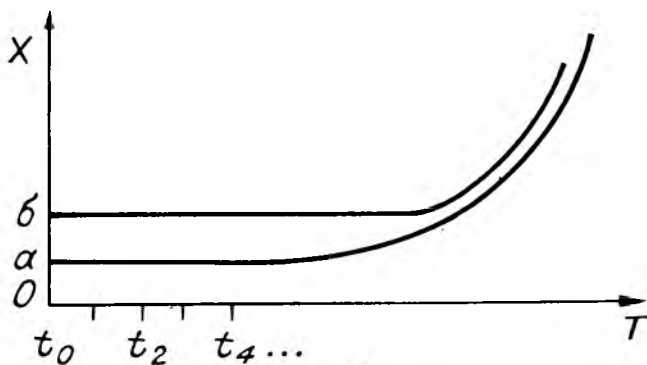


Рис. 24

Область мира, выделяемая практикой, представляется как переменная, зависящая от времени. И то же самое имеем по отношению к содержанию знания. Поэтому обе зависимости можно записать с помощью формул. Как и в предыдущем случае, можно восстановить перпендикуляры от оси T до пересечений с кривой, отражающей изменение области мира. Затем осуществить одновременное вращение обеих кривых и всех перпендикуляров. Получатся тела вращения и их сечения плоскостями, перпендикулярными оси T . Для всех описанных построений имеют силу рассуждения, которые мы привели в предыдущем случае.

Аналогично можно поступать и во всех других случаях, где изучаются процессы во времени, зависимости одних явлений от других.

ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СТРУКТУРИЗАЦИИ ОПЫТА МЫШЛЕНИЯ

Структуризация опыта мышления, т. е. способов, умений и навыков постановки и решения задач, производилась всегда. Но ее средства достаточно разнообразны. Они могут заимствоваться из философии, логики, семиотики, психологии и других наук, изучающих мыслительную деятельность человека. Выбор средств в каждом случае определяется тем, решению каких задач должны служить результаты структуризации. Очевидно, что в полном объеме проблема структуризации решается тогда, когда используются все возможные средства.

Структуризация опыта мышления состоит в выявлении его элементов и установлении их взаимоотношений. В качестве таких элементов выступают приемы мышления и связанные с ними умения и навыки. При установлении отношений между ними мы можем обращаться к методам или способам мышления, и это служит для структуризации умений и навыков. Возможно также и противоположное движение, состоящее в членении приемов на их составляющие. При этом производится расчленение соответствующих умений и навыков.

Однако во всех случаях структуризации выделяются репродуктивные и структурные модели интеллектуальных процессов. Репродуктивные подвергаются структуризации, а структурные выступают ее средством. Благодаря структурным моделям мы формируем свой собственный мир репродуктивных моделей и связанных с ними умений и навыков мышления, используя представления различных наук.

Все же возможно утверждение, что логические представления выступают наиболее существенными. Действительно, логическая структуризация имеет фундаментальное значение, так как логические структуры могут реализовываться различными семиотическими техническими средствами, а действия с ними — людьми с разной профессиональной подготовкой.

В рассматриваемом контексте заслуживает внимания термин «формальная логика», которым часто пользуются в соот-

ветствии с традицией. Слово «формальная» образовано от существительного «форма», в данном случае выступающего синонимом существительного «структура». Вот почему можно было бы пользоваться термином «структурная логика». Но это нелогично: термин «структура» входит в число терминов, с помощью которых определяется предмет логики. Когда используют выражение «формальная логика», то это делают только для того, чтобы отделить логику мыслей от закономерностей развития или изменений действительности, часто называемых «логикой вещей». Вряд ли можно указать другой разумный смысл такого словоупотребления. Логика с момента создания ее Аристотелем всегда изучала и сейчас изучает разнообразные структурные образования мышления. Но сами эти образования существенно различаются по степени сложности. Последующее изложение ограничено сравнительно небольшим числом подобных структурных образований, представляющих непосредственный интерес для практики научного исследования и управления.

Познание человеком действительности отличается значительным разнообразием форм, в которых оно существует и развивается. Все эти формы характеризуются рядом признаков, по ним они могут различаться или оказываться сходными. Такие различия и сходство относятся к отражаемым объектам и выделяемому в них содержанию познания, к структуре получаемого знания, целям, способам и средствам отражения и т. д. Наука представляет собой одну из специфических форм существования и развития познания, а исследования ее общих закономерностей образуют относительно самостоятельный раздел философии. В диалектическом материализме основная проблематика этого раздела связана с изучением форм и методов научного познания.

Научное познание исследуется в методологии науки на различных уровнях абстракции, которые выделяются как общая методология, методологии областей науки (естествознания, гуманитарных и технических наук), методологии отдельных наук (химии, биологии, языкознания, бионики и др.), входящих в них научных дисциплин и предпринимаемых конкретных исследований. В общей методологии изучаются закономерности научного познания, являющиеся общими для перечисленных областей, наук, дисциплин и исследований, тогда как все другие ее разделы занимаются конкретизацией знаний об этих закономерностях в соответствии со специфическими особенностями частей науки. Названные разделы методологии и

их отношения представимы наглядно (рис. 25), что позволяет уяснить пути взаимодействия методологических знаний всех уровней.

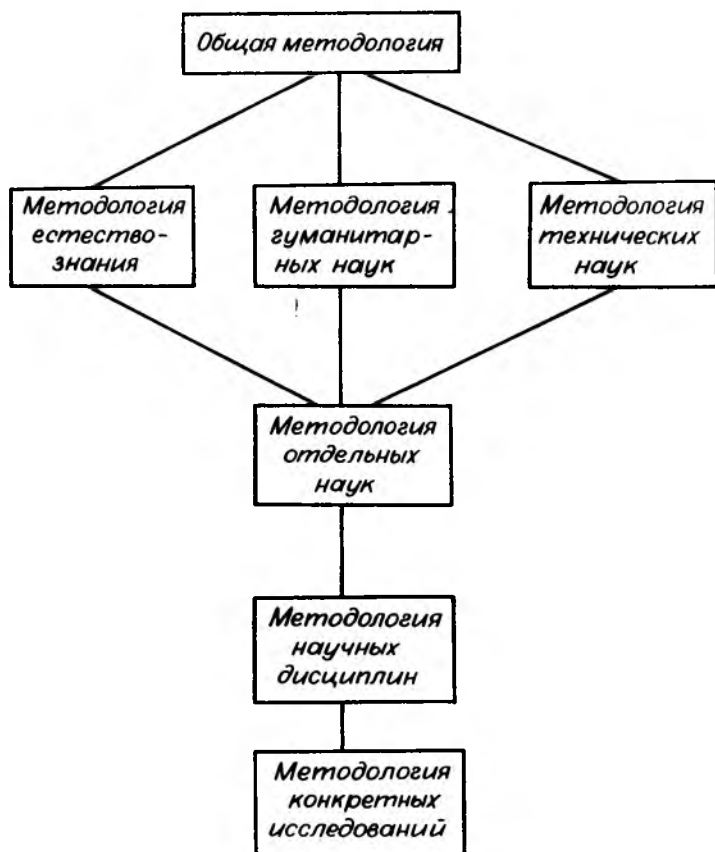


Рис. 25

Научное познание протекает как процесс образования знаний о действительности. Получаемые знания характеризуются определенной степенью сложности и принадлежат к некоторому уровню общности. Очевидно, что степень общности и сложности знаний связана с особенностями тех процессов, посредством которых они получают. Это свидетельствует, в свою очередь, о том, что обсуждаемые процессы чрезвычайно раз-

нообразны по своим свойствам. Выявление, теоретическое изучение и практическое использование их общих закономерностей осуществляются на основе методологических представлений о формах и методах научного познания.

Всякий процесс научного познания протекает как постановка и решение познавательной задачи. Такие задачи и связанные с ними процессы объединяются по сходным признакам в большие группы. Процессы постановки и решения задач в каждой подобной группе осуществляются по своим специфическим правилам. Совокупность взаимосвязанных правил образует метод научного познания. Это понимание метода вошло в методологию науки из работ Р Декарта¹

Процессы научного познания состоят из взаимосвязанных операций. Совокупность входящих в некоторый процесс операций и их взаимоотношений составляет его логическую структуру² Формы научного познания представляют собой виды познавательных процессов, характеризующиеся их логической структурой. Очевидно, что научное познание отличается значительным числом его форм и методов. Здесь рассматриваются только основные формы и методы. Они описываются на уровне общей методологии. Но благодаря примерам и теоретическому анализу намечены пути переходов и на другие уровни методологического исследования.

Глава 4

ФОРМЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

4.1. Структурные модели форм познания

Процессы научного познания изучаются в методологии науки как постановка и решение познавательных задач и обозначаются как научные исследования. Поэтому формы научного познания являются формами научного исследования. Методологическое изучение этих форм имеет непосредственное практическое значение для организации и проведения соответствующих исследований.

Процессы научного познания выступают сложными сочетаниями познавательных операций. Выбор операций, входящих в некоторый процесс научного исследования, и установление их взаимоотношений осуществляются обычно на основе предварительно создаваемого методологического представления о данном исследовании. Поэтому корректность и результатив-

ность подобных процессов существенно зависят от методологических представлений последних. В этом нетрудно убедиться на примерах из истории науки и ее методологии.

Распространение эмпирических воззрений в методологии науки нового времени послужило основой для развития такого направления в работах по обоснованию геометрии, представители которого считали, что обосновать геометрию как область знания можно только через обращение к непосредственному опыту. Понимая опыт как получение первоначальных сведений об объектах посредством чувственного восприятия, И. Юнг предпринял попытку удалить из геометрии логические доказательства и доказать ее теоремы исключительно путем обращения к наглядным свойствам геометрических чертежей. Следствием этого явилось убеждение в том, что доказательство теоремы о сумме внутренних углов треугольника или о равенстве вертикальных углов может быть выполнено корректно только с помощью измерения таких углов. В настоящее время методологическая несостоятельность подобных взглядов доказана, а ее критика входит в содержание методических пособий по геометрии¹ Но в свое время данные воззрения оказывали значительное влияние на постановку и решение проблем обоснования математики.

Методология эмпиризма, как известно, соединяла в представлениях о научных исследованиях познавательные операции, так как они в реальном познании не соединяются, или же неправомерно обобщала известные частные случаи. Это с необходимостью приводило к неразрешимым проблемам в практике научного познания. Критический анализ таких трудностей в развитии науки был дан в сочинениях классиков диалектического материализма. Так, Ф. Энгельс, исследуя эмпирическую традицию в методологии науки, установил, что представители эмпиризма, образуя научные абстракции, стремились затем их постигать путем чувственного опыта, а это и приводило их к неразрешимым проблемам² Аналогичный анализ подобных примеров имеется в сочинениях К. Маркса и В. И. Ленина.

Хотя случаи некорректных методологических представлений о процессах научного познания и их философская критика хорошо известны, практика научного исследования и ее методологический анализ дают новые многочисленные примеры этого рода. Очевидно, что повторение в новой форме уже известного является следствием развития научного познания. Именно теперь стало ясно, что эффективное решение задач по

предотвращению уже известных ситуаций, по распознаванию и устранению методологических ошибок связано с разработкой общих средств методологического анализа и представления процессов научного исследования. В качестве таких средств выступают модели форм научного познания.

Формы научного познания, понимаемые как виды процессов научного исследования, характеризуются определенной логической структурой, описываются в словесной форме или представляются с помощью органограмм³. Таким образом получают их содержательные или графические модели, в которых отображаются операции, входящие в процессы, и их взаимоотношения. В соответствии с тем, что в подобных моделях отображается логическая структура процессов, они обозначаются как структурные модели форм научного познания, или научного исследования.

Располагая названными моделями, исследователь имеет возможность корректно решать задачи организации и проведения соответствующих процессов. Вследствие значительного разнообразия логических структур процессов очевидно, что и модели форм познания различаются по своему содержанию. На содержании моделей сказывается также и то, на каком уровне методологического анализа производится построение подобных моделей. И это открывает возможность создания моделей различной степени общности. Вот почему необходимо располагать общими принципами построения, обобщения и конкретизации моделей форм научного исследования. В соответствии с изложенным пониманием структурных моделей мы рассмотрим процедуру построения обобщенных моделей, а затем обратимся к решению вопросов об их конкретизации применительно к различным уровням методологического анализа.

В методологии науки известно, что всякий процесс научного исследования включает в качестве основных операций — постановку задачи, построение модели объекта этой задачи, подготовку информации об объекте, выбор процедуры получения результата, определение критерия решения, получение результата, сравнение его с критерием и оценку результата сравнения. Если оказывается, что результат решения удовлетворяет критерию, то процесс заканчивается, а данный результат фиксируется как окончательный с помощью особой операции. Если же он не удовлетворяет критерию, то весь процесс, начиная с постановки задачи, повторяется (рис. 26).

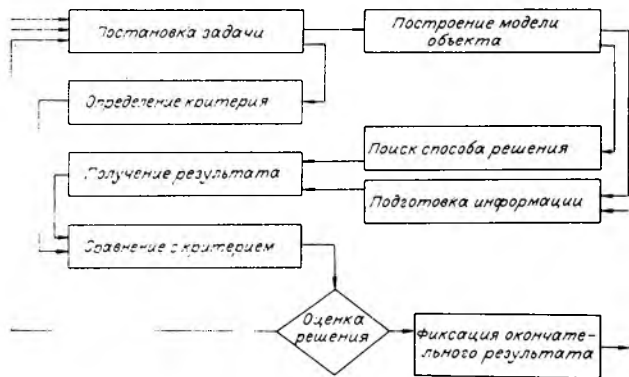


Рис. 26

Постановка задачи производится на основании информации о проблемной ситуации, которая возникла в практической деятельности или в ходе развития науки, а также в соответствии с определенными методологическими предпосылками исследования. В модели это обстоятельство обозначено двумя свободными стрелками, входящими в блок постановки задачи. При решении задачи можно получать, вообще говоря, различные результаты, но только один из них принимается в качестве решения. Поэтому необходимо определить, какой именно результат будет считаться искомым решением. Ответ на такой вопрос и выступает в качестве критерия. Он определяется вслед за постановкой задачи и на ее основе, что в модели обозначено соответствующей стрелкой. Задача всегда решается относительно какого-то объекта, а потому после ее постановки формируется модель данного объекта (в нашей модели это показано стрелкой, соединяющей названные блоки). На основе модели объекта осуществляются получение и подготовка информации об объекте и выбор процедуры ее преобразования в искомый результат. Информация и процедура используются в операции получения результата, который затем сравнивается с прежде определенным критерием. Результат сравнения оценивается, и принимается решение о прекращении процесса или о его повторении.

Нами приведены содержательная модель логической структуры научного исследования, описывающая входящие в него операции и их отношения, и графическая модель, выступаю-

щая формализацией первой и представляющая ее содержание в наглядной форме. Подобные модели создаются и используются на каждом уровне методологического анализа научного познания. При этом производится конкретизация тех названий, которые записываются в блоках. В ходе конкретизации приходится также детализировать некоторые блоки, заменяя один блок двумя (или более) блоками. Подобная детализация означает, что отображаемый процесс состоит из большего числа операций.

Очевидно, что с помощью приведенных в тексте моделей процессы научного исследования представляются в самом общем и упрощенном виде. Так, в частности, операция постановки задачи часто оказывается чрезвычайно сложной, распадающейся, в свою очередь, на ряд взаимосвязанных операций. В качестве примеров могут служить задачи с «плохой структурой», хорошо известные в современной системотехнике, социологии, экономике и других областях науки. Поэтому в конкретных случаях процессы научного исследования могут быть гораздо сложнее по сравнению с моделями в тексте.

Обратим внимание на то, что формы научного исследования связаны с его методами, а потому и модели первых необходимо соотносить с последними. Это значит, что более сложный метод соответствует и более сложной форме научного познания, а более сложной форме соответствует и более сложный метод. Именно поэтому детализация моделей форм познания возможна в тех границах, которые определяются сложностью соответствующего метода.

Высказанные положения о связи форм и методов основываются на том, что всякая операция, входящая в логическую структуру формы, является применением одного или нескольких правил, входящих в метод. Следовательно, границы детализации моделей форм познания определяются правилами, входящими в методы. Методологические представления о формах и методах выступают двумя различными проекциями процессов научного познания. Но каждая из них выявляется в ходе проведения научных исследований. При этом решаются различные, хотя и взаимосвязанные, методологические проблемы. Модели форм научного познания необходимы для предварительного представления и структуризации соответствующих процессов, а методы служат для их конкретного осуществления. В особенности эти различия и связь стали ощутимыми в современных условиях, когда в одном исследовании могут применяться различные методы.

При использовании в одном научном исследовании двух или более методов приходится решать проблему организации и проведения сложного познавательного процесса. В таких случаях структурные модели форм познания играют принципиальную роль в решении методологических проблем исследования: с их помощью производится интеграция в единой логической структуре более простых логических структур познавательных процессов. И затем уже на этой основе осуществляется совместное применение различных методов научного познания. Многочисленные примеры, иллюстрирующие эти положения, легко найти в современных системных исследованиях, к которым относятся специально-экономические исследования, системотехника, исследование операций, кибернетика и др.

4.2. Логические виды и отношения знаний

Различные формы научного познания можно выделять в зависимости от особенностей получаемых в них знаний, выступающих в качестве окончательных результатов. Однако такие знания нужно предварительно выявить и классифицировать. В этой связи необходимо обсуждение вопросов о логических видах и отношениях знаний. Но и здесь мы будем иметь в виду перечисленные выше уровни методологического анализа научного познания.

Научные знания отражают различные объекты реальности, а потому являются чрезвычайно разнообразными по своему содержанию. При выявлении же их видов отвлекаются от конкретного содержания, рассматривают и используют их свойства, не зависящие от последнего. Это логические свойства знаний. Они оказываются общими для самых различных по содержанию знаний, а потому с их помощью выделяют виды и отношения последних. Такие свойства выявляются с помощью специальных понятий, которые вводятся на основе гносеологических представлений о познании.

В соответствии с основным вопросом философии гносеология оперирует представлениями об истине и существовании⁴. На основе данных представлений возможно различение идей и фактов как двух основных видов знания. Идеи — это знания о свойствах и отношениях объектов, а их истинность устанавливается с помощью специальных процедур исследования. Идеи могут быть как истинными, так и ложными. В научном знании они представлены понятиями и суждениями (высказываниями). Факты — это знания, констатирующие существова-

ние объектов. Они представлены в виде суждений о существовании. Так, периодическая система Д. И. Менделеева есть совокупность логически взаимосвязанных идей. После ее создания встала проблема установления ее истинности. Такая задача была решена путем обращения к фактам, в качестве которых выступили суждения о существовании предсказанных химических элементов. Такие факты были получены в ходе научных экспериментов.

Идеи подразделяются на понятия A и суждения B . Те и другие делятся на непосредственные C и производные \bar{C} , истинные D и ложные \bar{D} , изолированные E и систематизированные \bar{E} . Таким образом, перечислены виды идей, выделяемых по одному основанию. Отношения между ними можно представить с помощью древовидного графа (рис. 27). Каждый путь от оконечной вершины до корня содержит набор признаков, по которым выделяются реальные виды знаний, являющихся идеями.

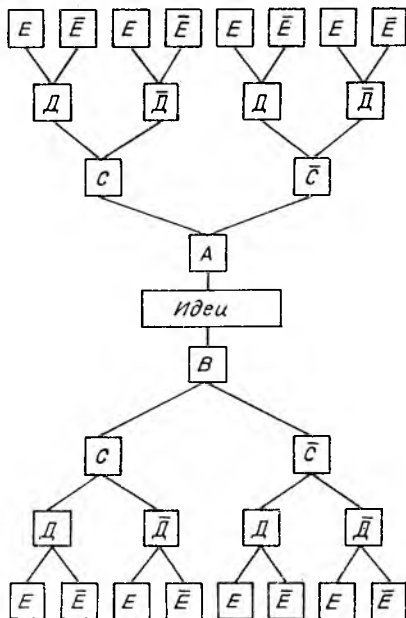


Рис. 27

В каждой науке и научной дисциплине принимается в качестве непосредственных ряд понятий и суждений. Из них по

определенным правилам получают все остальные понятия и суждения, которые оказываются производными⁵ В качестве примеров могут служить геометрия, физика, политическая экономика и другие науки. Понятия и суждения всегда истинны или ложны, а их истинность устанавливается с помощью методов доказательства и опровержения. Они могут быть разобщенными или связанными в единой системе научного знания, в которой одни следуют из других по законам логики.

Факты подразделяются на прямые K и косвенные L . Первые констатируют существование объектов, их свойств и отношений непосредственно, а во вторых такая констатация производится косвенно, на основании поведения других объектов. Так, можно получить суждение о существовании плотины на реке, увидев ее. Но подобное суждение можно сформулировать посредством восприятия на берегу реки водяной мельницы или гидроэлектростанции. В первом случае имеют прямой факт, а во втором — косвенный. Использование и получение фактов могут быть существенно разделены во времени, и в таких случаях возникает потребность в их проверке. С этой точки зрения факты подразделяются на проверенные M и непроверенные \bar{M} . Кроме того, они могут быть связаны в единой области или разобщены, в силу чего различают факты изолированные N и систематизированные \bar{N} . Получение, проверка и систематизация фактов производится с помощью соответствующих методов научного исследования. Перечисленные виды фактов и их отношения можно представить наглядно (рис. 28). Каждый путь на графе от оконечной вершины до корня содержит ряд признаков, по которым отличаются факты различных видов. Всего таких видов столько, сколько путей на графе, как это было и в случае с видами и отношениями идей.

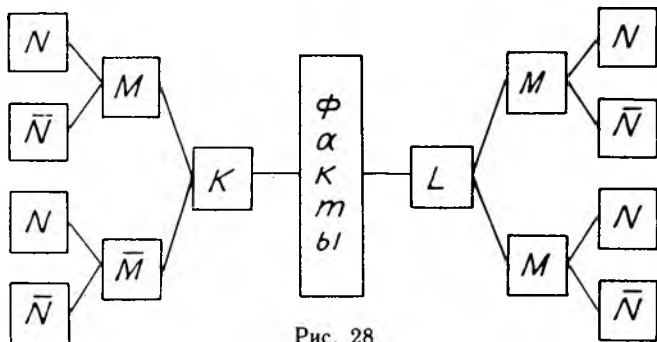


Рис. 28

Очевидно, что построенные схемы могут быть объединены (рис. 29).



Рис. 29

Совместив блок «Идеи» схемы на рис. 27 и блок «Факты» схемы на рис. 28 с одноименными схемами на рис. 29, получим дерево, отражающее деление знаний на факты и идеи со всеми перечисленными их видами. Построение этого дерева не составляет трудностей, а потому мы его опускаем. Для связи с последующим изложением обозначим опущенную схему — рис. 30.

Научные знания могут различаться в зависимости от того, как существуют или существовали во времени их объекты. Вследствие этого выделяются знания исторические (знания о прошлом), прогностические (знания о будущем) и асерторические (знания о настоящем). Такое деление знаний наглядно представим с помощью дерева (рис. 31).



Рис. 31

Во всех трех областях научного знания имеются свои идеи и факты. Это можно наглядно показать с помощью соответствующего дерева, которое получается посредством объединения схем на рис. 30 и 31. Первая схема используется трижды: она совмещается блоком «Знания» с блоками «Исторические», «Асерторические» и «Прогностические». Получается рис. 32, построение которого рекомендуется выполнить читателю самостоятельно.

Научные знания распределяются по областям естественных, гуманитарных и технических наук. Это можно представить наглядно с помощью дерева (рис. 33). В каждой из таких областей содержатся знания всех перечисленных выше видов. Данное обстоятельство можно показать наглядно, если совместить блок «Знания» схемы на рис. 32 с блоками «Естественно-научные», «Гуманитарные» и «Технические» схемы на рис. 33.

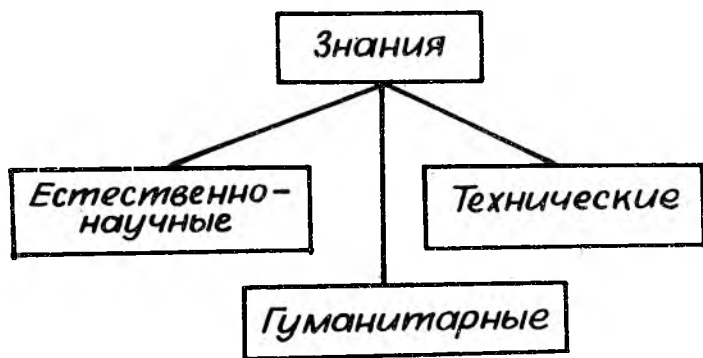


Рис. 33

В результате получится схема, построить которую предлагается читателю самостоятельно. Очевидно, что и последняя схема может быть детализирована, если в каждой из областей выделить входящие в них науки и научные дисциплины. С помощью подобной детализации осуществляется конкретизация общих философских представлений о знании и его видах. Она позволяет переходить с более общих уровней методологии на более конкретные, отношения между которыми были изображены выше (рис. 25).

Подчеркнем, что умение осуществлять подобные переходы имеет важное значение в работе исследователя: оно делает возможным использование общих методологических знаний на

любых уровнях научного исследования. Поэтому все описанные схемы имеют не только теоретическое, но и практическое значение. Их можно применять также и при обобщении методологического опыта посредством переходов на более общие уровни методологических представлений.

4.3. Классификация форм научного познания.

Рассмотренные виды и отношения знаний выступают основаниями для выявления и классификации форм научного познания. Мы выделим сначала такие формы в соответствии с общими признаками идей и фактов, а затем произведем их конкретизацию, используя и другие их признаки. Это позволит описать логически упорядоченное множество обсуждаемых форм.

В соответствии с описанной выше структурной моделью (рис. 26) основным элементом всякой формы научного исследования выступает операция постановки задачи, а другие ее элементы так или иначе зависят от последней. Поэтому при выделении таких форм необходимо указать на их специфические задачи. В первую очередь подобные задачи следует выделить для исследований, результатами которых являются в том или ином виде идеи и факты.

В научных исследованиях выделяется образование суждений и понятий. Процессы этого вида выступают решением задач образования знаний (А). Полученные идеи могут быть истинными и ложными, что выявляется с помощью исследований, обозначаемых как доказательство или опровержение знаний (В). Разрозненные идеи систематизируются, логически организовываются в ходе построения систем знаний (С). Перечисленные виды научных исследований образуют множество форм теоретического познания (T^1)

В научном познании выделяются исследования, в результате которых получают новые факты (F). Часто приходится проверять уже имеющиеся факты (G) путем наблюдения или эксперимента. Но отдельные факты не представляют научной ценности, а потому обращаются к их систематизации посредством объяснения (H). Перечисленные задачи решаются в исследованиях, составляющих множество эмпирических исследований (E).

Таким образом, формы научного познания в соответствии с делением знаний на идеи и факты подразделяются на теоре-

тические и эмпирические. В каждом из этих родов выделяются по три их основных вида (рис. 34).

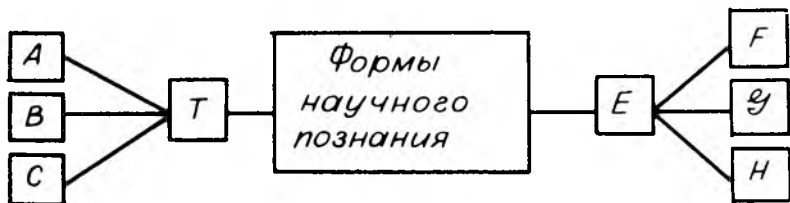


Рис. 34

Отметим, что в философской литературе встречаются и другие употребления прилагательных «теоретическое» и «эмпирическое». Так, термин «теоретическое познание» может выступать синонимом термина «построение теоретического знания», а термин «эмпирическое познание» синонимом «накопление фактов». Примеры такого применения первого термина отмечены при рассмотрении науки древней Греции и Западной Европы XIX века, а второго — при рассмотрении науки Древнего Египта и науки Западной Европы XVII века. Но в подобных случаях прилагательные «теоретическое» и «эмпирическое» имеют совсем другие значения. Здесь частный случай полисемии слов естественного языка, что является не методологической, а лингвистической проблемой. Возможны и другие случаи иного употребления данных терминов.

В соответствии с введенными понятиями теоретического и эмпирического исследований правомерно выделять и области знания — теоретическую и эмпирическую. Первую составляют разнообразные идеи — понятия, суждения, гипотезы, теории, а вторую — изолированные и систематизированные факты. Эти области образуют два существенно различных уровня научного знания, а потому и связанные с ними формы научного познания также распределяются по данным уровням.

Конечно, названные уровни не разделены, а находятся в единстве. Это объясняется тем, что в действительности факты и идеи взаимосвязаны. Но в силу ряда причин часто оказывается удобным отвлекаться от подобной связи. Понятно, отвлечение такого рода не означает, что теоретическое и эмпирическое знания изолируются и противопоставляются друг другу как нечто несовместимое. Полагать обратное означало бы допустить грубую методологическую ошибку. Хорошо известны слу-

чай, когда говорят об экспериментальной физике или теоретической социологии. Но при этом вовсе не имеют в виду то противопоставление, которое отмечено здесь как методологически ошибочное. Поэтому необходимо всякий раз выявлять, каково подлинное содержание терминов «эмпирическая наука» и «теоретическая наука».

В истории философии известны методологические концепции, в которых абсолютизировались эмпирические или теоретические знания и исследования. В наиболее явном виде они представлены, соответственно, различными учениями «ползучего» эмпиризма и априоризма, основательная критика которых дана в фундаментальных произведениях классиков диалектического материализма^{6, 7, 8}. Но анализ подобных несостоятельных концепций служит содержанием проблемы критики философских учений, выявления их гносеологических и классовых корней. Здесь же речь идет о признаках и отношениях теоретического и эмпирического познания.

Очевидно, что теоретические и эмпирические исследования и соответствующие им знания выделяются в исторической, прогностической и асерторической областях науки. Но здесь следует указать на некоторые отличительные особенности. Так, в исторических и прогностических исследованиях далеко не всегда можно получать прямые факты и приходится довольствоваться косвенными. Во-первых, это обусловлено тем, что изучаемое явление уже не существует, а во-вторых — тем, что оно еще не возникло или не развилось в должной степени. Но отсюда вытекает, что исторические и прогностические гипотезы могут не иметь достаточного обоснования с помощью прямых фактов, а подтверждаются или опровергаются только косвенными. В названных исследованиях и областях науки отчетливо проявляется взаимосвязь познавательной ценности фактов и достоверности или недостоверности теоретических знаний. Существенно иначе эти проблемы, как правило, решаются в асерторической области науки.

Теоретические и эмпирические исследования в равной степени ведутся в естествознании, гуманитарных и технических науках в целом, а также в отдельных, входящих в них, науках и научных дисциплинах. В этом каждый может убедиться, приведя соответствующие примеры. Поэтому мы вправе утверждать, что обсуждаемые формы научного познания имеют свою конкретную специфику во всех перечисленных случаях.

Нельзя обойти молчанием и деление научных исследований на фундаментальные и прикладные. В тех и других эмпири-

ческая и теоретическая формы различаются и сочетаются. Поэтому и здесь мы имеем конкретизацию упомянутых основных форм научного познания.

Итак, выделенные формы теоретического и эмпирического познания входят в различные области науки, отличающиеся друг от друга как по особенностям предметных областей, так и по условиям существования объектов во времени, а также в фундаментальные и прикладные исследования. Все описанные вхождения были использованы в предыдущем разделе для конкретизации представлений о видах научных знаний. В соответствии со схемами этого раздела можно построить также и наглядные схемы для более детальной классификации форм научного познания, которых, как теперь ясно, существует достаточно большое количество. Построение таких схем не представляет принципиальной трудности, и мы рекомендуем читателю самостоятельно выполнить построение.

Подчеркнем, что все возможные направления упомянутой конкретизации связаны со взаимодействием различных уровней методологии, изображенных схемой (рис. 25). Поэтому и здесь явно определена возможность применения общих методологических представлений в конкретных случаях научного познания. Об этой возможности следует повторить все то, что было сказано в аналогичной ситуации в предыдущем разделе.

4.4. Диалектика форм научного познания

Отмеченное выше единство теоретических и эмпирических уровней знания и соответствующих исследований обусловлено логическими связями идей и фактов. Такие связи выявляются в методологии посредством анализа опыта научного познания. В этом опыте идеи и факты постоянно взаимодействуют, а виды подобного взаимодействия определяют виды упомянутых логических связей. Рассмотрим основные взаимодействия и связи.

1. Идеи и факты отличаются соотносительностью. Она выражается в том, что в каждой области знания содержатся свои специфические идеи и свои специфические факты, а идеи и факты из различных областей не соотносятся и не образуют единого знания. Так, идеи и факты географии связаны в единой области науки, а идеи физиологии и факты астрономии не образуют единого целого.

2. Идеи в каждой области науки выступают необходимым средством при поиске новых фактов, проверке уже имеющихся или при объяснении и систематизации совокупности фактов.

Без наличия соответствующих идей задачи подобного рода не только не решаются, но даже не могут быть корректно поставлены. Например, поиск новых химических элементов связан с идеями периодической системы Д. И. Менделеева и некоторыми другими гипотезами и понятиями. Без таких идей невозможно получение знаний, констатирующих существование прежде неизвестных элементов.

3. Образование новых идей, их обоснование и систематизация осуществляются на основе соответствующих фактов. Так, установить истинность или ложность гипотезы, уточнить ее и включить в содержание области науки невозможно без фактов, констатирующих существование тех объектов, о которых эта гипотеза высказывается. Гипотеза о существовании планет Нептун и Плутон была выдвинута на основании косвенных фактов, констатирующих возмущения известных в то время других планет. Но подтверждена гипотеза была на основании прямых фактов, полученных посредством визуального наблюдения новых планет. Однако сам поиск этих планет оказался возможным только при наличии названной гипотезы.

4. Систематизация разрозненных фактов оказывается возможной только на основе целостного теоретического представления о некоторой области объектов. Таковым в истории химии выступило представление о зависимости свойств химических элементов от их атомных весов. И только тогда автором периодической системы была построена периодическая таблица, в которой химические факты организованы в единой системе. Подобным же образом обстояло дело и при создании Ч. Дарвиным эволюционной теории видов животных и растений: общая идея развития позволила систематизировать в единой картине известные в то время многочисленные биологические факты.

5. Систематизация идей, организация их с помощью логических связей производится в виде построения гипотезы или теории. Но это делается на основе соответствующих фактов. Так, теория электричества была развита как система логически связанных высказываний о его свойствах и законах только на основе фактов, полученных в результате наблюдения и эксперимента; без подобных фактов построение этой теории не было бы возможно, хотя отдельные высказывания о свойствах электричества были известны давно в истории науки.

Все сказанное о взаимодействиях и связях идей и фактов позволяет заключить, что эти виды знания находятся в диалектическом единстве, где постоянно проявляются и разрешаются

противоречия. Так, уже имеющиеся факты могут потребовать нового, более общего объяснения, что выступает разрешением противоречия между расширением множества фактов и прежним объяснением некоторой его части. Новая общая идея может служить основанием для поиска новых фактов, необходимых для ее проверки, подтверждения, опровержения или уточнения. Здесь разрешается другой вид противоречия между фактами и идеями. Очевидно, возможны и иные виды противоречий между теоретическими и эмпирическими знаниями. Они разрешаются посредством проведения теоретических и эмпирических исследований. Первые служат устранению противоречий за счет образования новых понятий и суждений, их проверки, уточнения и систематизации. Вторые же обуславливают возможность разрешения противоречий с помощью получения или проверки фактов, их систематизации и объяснения. Таким образом выявляется специфическая роль теоретических и эмпирических исследований в разрешении диалектических противоречий в научном знании.

Высказанные положения относятся к трем формам теоретического и к трем формам эмпирического познания, как они были описаны на уровне общей методологии. Но все эти формы выделяются в качестве обособленных друг от друга только условно, о чем следует всегда помнить. В реальном познании все перечисленные формы органически связаны друг с другом. И в этом выражается еще один важный аспект их диалектики. Его можно наглядно продемонстрировать с помощью графических моделей исследований по проверке гипотез (рис. 16) и по объяснению фактов (рис. 17). Аналогичные модели могут быть построены и для других форм познания.

Обращаясь к описанной в предыдущем разделе конкретизации представлений о формах научного познания, необходимо подчеркнуть, что все возможные их взаимодействия происходят в конкретных условиях — в той или иной области научного знания, в определенной науке и научной дисциплине. Поэтому взаимодействия теоретических и эмпирических исследований подлежат рассмотрению на всех уровнях методологии. В каждом случае необходимо привлечение соответствующих признаков, о которых шла речь во втором параграфе.

Однако возможные направления в изучении форм научного познания не исчерпываются сказанным. Конкретизация представлений о них возможна также и с помощью сведений о методах исследования. Именно в этой связи необходимо указать на общие, частные и особенные методы. К общим методам

относятся, как известно, диалектический, метафизический и некоторые другие. Особенными выступают методы, используемые в некоторых областях науки, специфические для них в естествознании, гуманитарных и технических науках (но только в одной из них). Так, метод моделирования или системный метод не являются особенными, но оказываются общими. Исторический же метод выступает особенным для гуманитарных наук. Частные методы связаны с решением некоторых специальных задач в какой-то отдельной науке. Таким выступает метод наложения в геометрии.

Конкретизация общих представлений о формах научного познания, проводимая при рассмотрении методов, вызывает особый интерес вследствие развития комплексных исследований, где с одними и теми же формами могут быть связаны различные методы. В подобных случаях представления о формах служат для интеграции методов. Но это специальная методологическая проблема. Для более полного использования связей форм и методов необходимо рассмотреть последние подробно.

Глава 5

МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

5.1. Понятие метода. Виды методов

В литературе имеются различные определения понятия метода. Воспользуемся одним из них, которое представляется наиболее подходящим для логического анализа методов.

Методом исследования называют совокупность взаимосвязанных процедур, применяемых при решении некоторых проблем. Такая совокупность должна быть: а) результативной, т. е. обеспечивать получение знания, являющегося решением проблемы; б) применимой к различным (варьируемым) исходным данным, т. е. общей для многих конкретных случаев; в) общезначимой для исследователей, независимо от их психологических или других субъективных особенностей.

Одно из методических требований современной науки состоит в том, что исследователь должен хорошо знать методы, применяемые в области его изысканий, и практически владеть ими. При получении существенно новых результатов научного

исследования нередко обращаются к созданию и использованию новых методов. Зависимость получения результатов в научном исследовании от применяемых методов была установлена в XVII веке английским философом. Ф. Бэконом и французским философом Р. Декартом. С тех пор эта зависимость детально изучается в методологии научного исследования.

В современной науке существует много различных методов. Они изучаются в методологии научного познания, являющейся развитой областью знаний. В ней выделяются общая методология как раздел философской науки, методологии гуманитарных, естественных и технических наук, образующие компоненты философских оснований этих групп наук, методологии конкретных наук — геологии, биологии, истории, социологии и др., методологии отдельных научных дисциплин, входящих в каждую такую науку. Благодаря существующей разветвленности разделов методологии осуществляется взаимодействие философии и конкретных наук.

При изучении методов научного исследования приходится выделять различные их виды. Так, выделяются методы в зависимости от содержания конкретных наук, и тогда говорят о геологических, биологических, экономических и других методах. Это деление свойственно методологиям конкретных наук и методологиям входящих в них отдельных дисциплин. Выделяются также методы по группам наук — гуманитарных, естественных и технических. В зависимости от того, применяется метод в пределах одной научной дисциплины или же в различных дисциплинах либо науках, методы подразделяются на частные и общие. По степени общности методы могут также различаться. Существует деление методов по их онтологическому содержанию, с точки зрения особенностей которого выделяют качественные, количественные, системные, структурные и другие методы. В зависимости от степени точности получаемых результатов методы подразделяются на точные и описательные. Существуют и другие деления методов, производимые по иным основаниям.

В методологии методы научного исследования изучаются с точки зрения их логических особенностей, сходства или различия. В обобщенном виде все эти характеристики методов составляют их логическую структуру. С учетом особенностей логической структуры методы подразделяются на две группы — дедуктивные и индуктивные. Следует отметить, что методы, относящиеся к каждой из этих групп, могут различаться по перечисленным выше признакам. Такие различия нас не инте-

ресуют. Мы будем обращать внимание лишь на их различия по логической структуре.

Обычно дедуктивные и индуктивные методы различают посредством противопоставления «движения мысли» от общего к частному и от частного к общему. Дедуктивный метод — это такой метод, при применении которого из общего знания получают менее общее знание. Следствия, выводимые при использовании данного метода, являются высказываниями меньшей степени общности по сравнению с общностью посылок. Индуктивный метод — такой метод, при применении которого из знаний менее общих получают знания более общие. Следствия, получаемые при использовании этого метода, выступают высказываниями большей степени общности по сравнению с общностью посылок.

В результате применения дедуктивного метода получают высказывания, истинность которых полностью зависит от истинности посылок, т. е. достоверные. Использование индуктивного метода дает, как правило, высказывания, истинность которых является лишь вероятной, т. е. из истинных посылок могут быть выведены как истинные, так и ложные заключения. Вследствие этого знания, полученные индуктивным методом, требуют в общем случае дополнительной проверки.

Отмеченное различие дедуктивного и индуктивного методов объясняется особенностями предметных областей, к которым относятся посылки и заключения рассуждений. Предметной областью называют совокупность предметов с их свойствами и отношениями, к ней относят множество высказываний о предмете, свойствах и отношениях. Предметная область может быть задана исчерпывающе, т. е. все виды предметов, их свойств и отношений перечислены, а новые их виды не могут в нее включаться в ходе рассуждений. Такие предметные области являются замкнутыми. Предметная область задана частично, если в ходе рассуждений в нее могут включаться новые виды предметов, их свойств и отношений (помимо заданных первоначально). Такая предметная область считается открытой.

Высказывания, являющиеся посылками рассуждений при применении индуктивного метода, есть общие и необходимые знания о предметах, свойствах и отношениях замкнутой предметной области. Выводимые из них следствия оказываются необходимыми. Применяя индуктивный метод, располагают высказываниями, в которых лишь частично отображены предметы, свойства и отношения открытой предметной области. Поэтому для обобщающего заключения может впоследствии

встретиться свойство или отношение предметов, противоречащее произведенному обобщению, а общее заключение из частных посылок оказаться ложным.

С примерами замкнутых предметных областей сталкиваются в математических науках, а с примерами открытых — в эмпирических (естественных и гуманитарных). В зависимости от преобладания замкнутых или открытых предметных областей доминирует применение индуктивного или дедуктивного метода. В силу этого науки часто подразделяются на индуктивные и дедуктивные¹. Но предметные области можно дополнять или расширять, перекрещивать или объединять, суживать или условно замыкать. Во всех этих случаях возникают ситуации для совместного применения дедуктивного и индуктивного методов. С примерами такого взаимодействия в математике приходится особенно часто сталкиваться в педагогической практике, как это показано у Д. Пойа². В эмпирических науках постоянно используют и дедуктивный и индуктивный методы. Так, сформулировав гипотезу индуктивным путем, условно замыкают предметную область и выводят из гипотезы ряд следствий, которые затем проверяют, обращаясь к данной предметной области.

В логике известны различные индуктивные и дедуктивные методы, изучаются их особенности и взаимодействия, в которые они вступают в реальных научных исследованиях. Главное внимание обращается на то, как используются дедуктивные и индуктивные умозаключения при применении методов каждого из этих видов. Отметим, что неверно отождествлять дедуктивные и индуктивные умозаключения с дедуктивными и индуктивными методами. Те и другие несводимы друг к другу, а потому рассматриваются в различных разделах логики.

5.2. Дедуктивные методы

Первое систематическое использование дедуктивного метода в науке содержится в «Началах» Евклида (около 300 г. до н. э.). В современной науке дедуктивные методы применяются в разных областях знаний и в зависимости от особенностей научного исследования имеют разные логические формы. Различаются также ситуации, когда правила умозаключений формулируются явно или же используются неявно (подразумеваются). В зависимости от этого правомерно выделить логически строгое и интуитивное применение методов.

Одним из видов дедуктивного метода является аксиоматический метод: задается список исходных понятий и высказываний, из которых потом выводятся другие высказывания с помощью умозаключений. Исходные высказывания принимаются без доказательства, считаются истинными. Они называются аксиомами. В ходе получения выводных высказываний устанавливается также их истинность. Выводные высказывания называются теоремами.

При применении аксиоматического метода исходные понятия могут задаваться явными определениями. Но возможны случаи, когда они определяются неявно (с помощью системы аксиом). Первая возможность имеет место в «Началах» Евклида³, а иллюстрация второй содержится в «Основаниях геометрии» Д. Гильберта⁴. В этих сочинениях аксиоматический метод применен полуинтуитивно. В современной математике идеалом считается логически явное его использование.

Другим видом дедуктивного метода является генетический, когда задаются не все исходные высказывания и вводятся не все объекты предметной области. Имеет место последующее расширение предметной области и введение новых предпосылок для последующей дедукции. В силу этого знание, получаемое с помощью генетического метода, строится как бы в несколько «этажей». Пример применения данного метода к построению теории чисел изложен Д. Гильбертом в работе «О понятии числа»⁵. При построении этой теории неоднократно обобщаются понятия числа благодаря соответствующим расширениям предметной области. Первоначально понятие числа вводится в связи с операциями сложения, умножения, вычитания, деления. На две последние наложены ограничения: уменьшаемое не должно быть меньше вычитаемого, делимое не должно быть меньше делителя. Числа, к которым применяются эти операции, и числа, получаемые в результате, составляют множество натуральных чисел. На первом уровне понятие числа совпадает с понятием натурального числа. Сняв ограничения с операции деления, получают новое подмножество чисел — дробные числа. Теперь понятие числа охватывает натуральные числа и дроби. Сняв ограничение с операции вычитания, получают отрицательные числа. Теперь понятие числа охватывает все положительные и отрицательные числа. Введя операции возвышения в степень и извлечения корня, получают иррациональные и комплексные числа. Понятие числа охватывает теперь все указанные подмножества множества чисел. Таким путем разворачивается содержание теории чисел с помощью генетического метода.

Д. Гильберт отметил, что аналогичные результаты могут быть получены и посредством аксиоматического метода. Поэтому в известном смысле они взаимозаменяемы. Но окончательное решение об отношении этих методов связано с рядом других сложных вопросов, вокруг которых ведутся дискуссии между представителями классической, конструктивной и интуиционистской школ в математике.

Своеобразным видом дедуктивного метода является гипотетико-дедуктивный метод, когда в качестве исходных высказываний выбираются некоторые гипотезы, требующие эмпирической проверки. Истинность же выведенных следствий устанавливается косвенно, благодаря их логической связи с исходными гипотезами. Данный метод применяется в различных эмпирических науках. Он имеет непосредственную ценность для экономических, геологических и им подобных исследований.

Действительно, в науках, основанных на опыте и эксперименте, отсутствует возможность аксиоматического построения. Поэтому приходится в качестве исходных посылок и рассуждений использовать такие, которые оказываются гипотезами (предположениями или догадками). Они связаны с опытом, наблюдением и экспериментом. Получив из них развитую систему следствий, убеждаются, что необходимо решить вопрос об истинности этой системы, для чего приходится проверять гипотезы различными путями, например, используя опытные данные.

При решении сложных исторически сформировавшихся и развивающихся объектов обращаются к дедуктивному методу, получившему в литературе название «метод восхождения от абстрактного к конкретному». Он был детально разработан К. Марксом и применен в фундаментальном исследовании буржуазного общества, изложенном в знаменитом «Капитале». С идеями данного метода можно подробно ознакомиться в сочинении К. Маркса «К критике политической экономии»⁶

Имея дело в своем исследовании с чрезвычайно сложным объектом исторического типа, К. Маркс выявил простейший его элемент, называемый «клеточкой». Это простейшее отношение «товар — товар» содержит в себе в «свернутом» виде все противоречия буржуазного общества. Анализируя названное отношение, К. Маркс обращается к различным сторонам жизни буржуазного общества и определяет его многообразные характеристики. Первоначальная абстракция конкретизируется, а в результате исследования получается конкретное знание об изучаемом объекте.

Найдя «клеточку», К. Маркс задал предметную область, из которой он впоследствии выбирал и рассматривал предметы, свойства и отношения. Выбор производился по определенной схеме, содержащей правила перехода от одних сторон изучаемого объекта к другим. С помощью таких правил была разработана логически непротиворечивая теория. Она выступает мысленно конкретным знанием об объекте в отличие от чувственно конкретного знания, с которым имели дело экономисты при первоначальном изучении капиталистического производства, рынка и других явлений общественной жизни.

К сожалению, схемы рассуждений, разработанные и примененные К. Марксом, до сих пор не выявлены в логике и не формализованы на основе использования символических методов. Поэтому логические приемы К. Маркса лишь описываются в работах по диалектической логике очень приближенно; применение этих приемов на практике в настоящее время — дело искусства, навыка и интуиции.

Предлагаемый обзор дедуктивных методов не претендует на полноту. В научных исследованиях встречаются и другие разновидности дедукции. Но в логической литературе отсутствует удовлетворительная классификация видов дедуктивных методов. Мы лишь стремились показать, что существуют различные методы этого рода (а не один дедуктивный метод, как это часто считается).

5.3. Индуктивные методы

В логике известны различные индуктивные методы. Некоторые из них называются теми же именами, что и виды индуктивных умозаключений. Поэтому у непосвященных возникает впечатление, что индуктивные умозаключения и индуктивные методы совпадают. В действительности же метод не сводится к умозаключению. В индуктивных методах применяются различные виды умозаключений. Так, в индуктивных методах определения причинной связи используются и индуктивные, и дедуктивные умозаключения. Эти методы представляют значительный интерес для социологии, геологии и других наук, и мы рассмотрим их детально. В литературе данные методы называются также «научной индукцией»⁷

Явления действительности могут существовать одновременно или следовать друг за другом. Они могут быть непосредственно связаны друг с другом; быть сходными в одних признаках и различаться в других. Связи между явлениями могут быть необходимыми или случайными. Со всем этим приходится

сталкиваться в исследованиях причинных связей. Анализируют связи с учетом перечисленных характеристик рассматриваемых явлений.

Отыскание причинных связей явлений опирается на понятия причины и следствия. Говорят, что явления А (В) и В (А) находятся в причинной связи в том и только в том случае, если одно из них А (В) возможно при наличии другого В (А). Но может оказаться, что явления А и В встречаются вместе, а ни одно из них не будет причиной другого. Поэтому необходимы специальные исследования, посредством которых можно точно установить наличие или отсутствие причинной связи между явлениями А и В. Для решения этой задачи применяются пять различных методов индуктивного исследования.

Причиной явления А (В) называют явление В (А), предшествующее ему во времени и порождающее его. Следствием называют такое явление В (А), которое порождается явлением А (В) и во времени следует за ним. Часто различают полную и специфическую причины. Под первой понимают совокупность всех необходимых и достаточных условий для возникновения и существования явления, рассматриваемого как следствие. Под второй — то необходимое условие, появление которого при всех прочих условиях приводит к возникновению соответствующего следствия. Однако новому явлению обычно предшествуют не только обстоятельства, включающиеся в его причину. Одновременно с ними существуют и другие явления, не обуславливающие возникновение явления, рассматриваемого в качестве следствия.

Устанавливая причинную связь между явлениями А и В, приходится выделять из всех предшествующих обстоятельств те и только те, которые образуют причину явления, рассматриваемого в качестве следствия. Каждый из пяти методов выявления причинной связи применяется для решения этой проблемы при тех или иных особенностях изучаемых явлений.

А. Метод единственного сходства. Метод единственного сходства применяется при таких условиях, когда совокупности обстоятельств, предшествующих явлению *a*, содержат только одно сходное обстоятельство и различаются во всех остальных. При этом рассматривается несколько различных случаев, в которых явление *a* имеет место. Вследствие того что все предшествующие обстоятельства, кроме одного, различны во всех случаях, делают вывод: единственное сходство обстоятельств — причина рассматриваемого явления *a*. Считается,

что степень достоверности получаемого заключения зависит от числа рассмотренных случаев. Поэтому обычно стремятся создать и обозреть достаточно большое их число.

Для наглядности составляют таблицы (см. табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Случай	Предшествующие обстоятельства	Наблюдаемое явление
1	ABC	<i>a</i>
2	ADP	<i>a</i>
3	AE	<i>a</i>
п	... ATH	—

Следовательно, А есть причина *a*.

Иллюстрируем примером ход рассуждений в случае применения метода единственного сходства. В геологии россыпями называют скопления на земной поверхности мелких обломков горных пород или минералов, образующихся в результате разрушения коренных месторождений или горных пород. По виду полезного ископаемого различают золотоносные, платиновые или алмазные, цирконовые, касситеритовые и другие россыпи. Требуется установить, какова причина накопления в россыпях вполне определенных, а не любых минералов.

Во всех наблюдаемых случаях зафиксированы следующие предшествующие обстоятельства: 1) минерал россыпи химически неактивен в обычных условиях (А); 2) россыпь образована классом самородных элементов (В); 3) россыпь образована классом окислов (С); 4) россыпь образована тяжелым минералом (Д); 5) россыпь образована легким минералом (Е). Предшествующие обстоятельства наблюдаются группами: АВЕ, АСЕ, АВД, АСД. Рассматриваемое явление — наличие россыпи (*a*). На основании изложенного правила делается заключение: А есть причина *a*. Причиной накопления в россыпях минералов определенного типа является то, что такие минералы химически неактивны в обычных условиях. Представление этого примера с помощью таблицы не составляет труда.

Б. Метод единственного различия. Метод единственного различия применяется тогда, когда рассматриваются два случая, в одном из которых явление *a* имеет место, а в другом — не имеет; предшествующие обстоятельства в обоих случаях

различаются только в одном обстоятельстве C . При этом исследуемое явление a возможно, когда присутствует обстоятельство C , и невозможно, когда обстоятельство C отсутствует. На основании сопоставления данных случаев делают вывод о том, что C является причиной a . Вообще говоря, число рассматриваемых случаев может значительно превышать два. Но всегда рассуждение основывается на изложенном принципе. Для получения вывода прибегают к составлению таблиц, общий вид которых можно представить схемой (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Случай	Предшествующие обстоятельства	Наблюдаемое явление
1	ВСД	a
2	ВД	—
...
n	ВД	—

Следовательно, C есть причина a .

Одним из примеров, иллюстрирующих применение этого метода, является установление причины наличия различных скоростей свободного падения тел в обычных условиях. В физическом эксперименте несколько различных физических тел были помещены в стеклянную трубку, из которой был выкачан воздух. В трубке скорости свободно падающих тел оказались одинаковыми. На основании сопоставления двух случаев (при наличии воздуха в трубке и при его отсутствии) был сделан вывод о том, что причина различной скорости свободно падающих тел — сопротивление воздуха.

В логике установлено, что достоверность выводов, получаемых с помощью метода единственного различия, значительно выше достоверности выводов, получаемых посредством метода единственного сходства. Сопоставление случаев с наличием и отсутствием одного из предшествующих обстоятельств позволяет более определенно делать заключения о причине наблюдаемого явления, нежели сопоставление как угодно большого числа случаев, содержащих сходное предшествующее обстоятельство. Общее обстоятельство еще не свидетельствует однозначно о том, что именно оно причина рассматриваемого явления. Отсутствие же одного из предшествующих обстоятельств при отсутствии рассматриваемого явления служит более силь-

ным доводом в пользу того, что именно это обстоятельство является причиной данного явления.

В. Соединенный метод сходства и различия. На основании отмеченного различия выводов, получаемых с помощью метода единственного сходства и посредством метода единственного различия, прибегают к их комбинированному применению. При этом заключения, полученные с помощью первого, проверяют посредством применения второго. Благодаря такой комбинации выделяется в качестве самостоятельного соединенный метод сходства и различия.

При использовании данного метода приходится рассуждать по правилам, соответствующим приведенным выше таблицам. Представляем читателям возможность самостоятельно найти примеры применения соединенного метода в различных науках. Заметим только, что применение этого метода часто основывается на совместном использовании данных наблюдения и эксперимента. Для получения заключений методом единственного сходства нередко бывает достаточно показателей наблюдения, тогда как для заключений, получаемых методом единственного различия, часто приходится получать данные посредством эксперимента. Но в конкретных случаях показатели для каждого из этих методов могут получаться как с помощью наблюдения, так и с помощью эксперимента.

Г. Метод сопутствующих изменений. Метод сопутствующих изменений применяется в случаях, когда требуется установить причину изменений наблюдаемого явления a . При этом, обозревая предшествующие обстоятельства, устанавливают, что изменяется только одно из них, а все остальные остаются неизменными. На таком основании заключают, что причиной изменения наблюдаемого явления a^i выступает изменяющееся предшествующее обстоятельство A^i . В отличие от метода единственного различия данный метод применяется тогда, когда невозможно изолировать изменяющееся предшествующее обстоятельство A^i от наблюдаемого явления a^i . При его применении могут быть использованы данные как наблюдения, так и эксперимента. Можно, например, путем наблюдения зафиксировать изменения температуры и объема физических тел, а можно такое знание получить и благодаря эксперименту. Оно затем может быть использовано в качестве данных при применении метода сопутствующих изменений.

Общая схема рассуждений представлена с помощью таблицы (см. табл. 3).

Таблица 3

Случай	Предшествующие обстоятельства	Наблюдаемое явление
1	A^1BC	a^1
2	A^2BC	a^2
...
n	A^nBC	a^n

Следовательно, причину изменений a^1 составляют изменения A^1

Иллюстрируя это примером, рассмотрим получение заключения о причине вымирания в морском бассейне организмов, не приспособившихся к широкому диапазону солености. Наблюдаемое явление a^1 — вымирание организмов. Предшествующие обстоятельства — температура (В), глубина (С), насыщение кислородом (Д), изменение солености (A^1, A^2, A^n). Наблюдаемые случаи — $A^1BCD, A^2BCD, A^3BCD, A^nBCD$. В них изменяется только обстоятельство A^i , а обстоятельства В, С, Д остаются неизменными. На этом основании делают заключение, что изменение в морской воде солености — причина вымирания организмов, не приспособившихся к широкому диапазону солености. Не составит труда представить ход рассуждения с помощью соответствующей таблицы.

Д. Метод остатков. Метод остатков применяется в таких случаях, когда изучаемое сложное явление W , в котором выделяются составляющие компоненты a, b, c, \dots, f . Для каждого из них b, c, \dots, f , кроме одного — a , удается найти соответствующие причины в совокупности предшествующих обстоятельств. Установив такие причины, делают заключение, что для оставшегося компонента a — должна существовать соответствующая ему причина A . Получаемое заключение есть гипотеза, требующая проверки. В результате проверки находят причину установленного прежде остатка явления A — его компонента a .

Одним из классических примеров применения этого метода служит открытие планеты Нептун. При наблюдении планеты Уран были обнаружены отклонения в движении ее вокруг Солнца от расчетной орбиты, называемые возмущениями. Наличие возмущений астрономы истолковали влиянием сил тя-

готения других планет Солнечной системы. Но дальнейшее исследование показало, что влиянием силы тяготения известных в то время планет не объясняется величина возмущений, являющихся остатком. Астроном Леверье на основании расчетов сделал заключение о существовании неизвестной в то время науке планеты и определил ее орбиту движения вокруг Солнца. Вскоре астроном Галле открыл с помощью наблюдения новую планету, получившую название Нептун. Влияние силы тяготения этой планеты оказалось той причиной части возмущения планеты Уран, которая не могла быть объяснена влиянием сил тяготения известных прежде планет Солнечной системы.

Е. Информационная база индукции. Наблюдение и эксперимент. Для проведения анализа изучаемых явлений и получения обобщающих заключений требуется располагать совокупностью высказываний, фиксирующих изучаемое явление и предшествующие обстоятельства. Такая совокупность высказываний должна быть достаточной для применения того или иного из рассмотренных индуктивных методов. Назовем ее информационной базой индукции.

Для каждого из пяти индуктивных методов информационная база специфическая, т. е. в нее входят высказывания строго определенного вида. Этим обусловлено применение одного из перечисленных методов. Отсутствие информационной базы делает невозможным применение того метода, который предлагают использовать в конкретном исследовании.

Может случиться, что отдельные высказывания, относящиеся к информационной базе того или иного метода, имеются, но в целом информационная база отсутствует. Тогда приходится решать задачу формирования соответствующей информационной базы. Решение этой задачи очень часто оказывается чрезвычайно сложным делом, требующим значительных затрат времени, оборудования и различных материалов, а также труда соответствующих специалистов.

Приступая к формированию информационной базы индукции, разрабатывают программу выполнения всех работ, составляющих решение данной задачи. В такой программе должна быть определена логическая структура информационной базы, т. е. все виды высказываний, которые в нее должны входить, их число и отношения между ними. Выявляют также, какие конкретные высказывания имеются и каких недостает; устанавливают источники и способы их получения. На этой основе

разрабатывается порядок проведения исследования по получению недостающих частей информационной базы, предусматриваются сроки выполнения работ и пути рационального использования труда, оборудования и различных материалов.

Иногда для получения недостающих частей информационной базы можно ограничиться изучением опубликованных научных материалов. Но очень часто приходится обращаться непосредственно к объектам исследования. Информация может быть получена благодаря восприятию этих объектов человеком с помощью его органов чувств (природных информационных органов) или с помощью технических средств, усиливающих либо заменяющих эти органы.

В тех случаях, когда изучаемые объекты воспринимаются в их естественных условиях, применяется наблюдение. Оно проводится в соответствии с инструкциями, входящими в программу формирования информационной базы.

Итак, наблюдение и эксперимент являются двумя формами эмпирического исследования, с помощью которых получают высказывания об исследуемых объектах непосредственно. Третья форма эмпирического исследования — получение высказываний для информационной базы путем анализа опубликованных научных материалов. Сбор информации об изучаемых объектах во всех трех формах осуществляется в соответствии с предварительно разработанной программой эмпирического исследования. В реальной практике научных исследований могут применяться все три формы совместно или же комбинации из двух таких форм. Иногда оказывается возможным получить необходимую информацию только посредством одной из форм эмпирического исследования. Использование той или иной формы определяется конкретными условиями эмпирического исследования.

Имеются различные методики для разработки программ эмпирических исследований. В каждой научной области такие методики являются специфическими, что обусловлено особенностями предметных областей, уровнем развития той или иной области знания, используемыми техническими средствами исследования и т. д. Но в них обязательно учитываются те требования, которые предъявляются к информационной базе индуктивными методами.

Информационная база индукции может формироваться как для применения одного из пяти методов, так и любых их комбинаций. Поэтому определение ее логической структуры — важная задача при разработке программы формирования этой базы.

5.4. Логическое обоснование знаний

Проблема обоснования знаний, представляемых в виде совокупностей высказываний, состоит в установлении их истинности или ложности. Она ставится и решается в различных областях науки. Совокупность высказываний, для которой требуется установить, являются ли они истинными или ложными, есть обосновываемое знание.

Решение этой проблемы состоит в разыскании предпосылок, в соответствии с которыми выясняется истинность или ложность обосновываемого знания. Известны различные виды таких предпосылок — содержательные, логические, онтологические, гносеологические и др. Для точного различения перечисленных предпосылок, называемых также основаниями, необходимо воспользоваться понятиями истинного и ложного знаний.

Истинным называют такое высказывание, которое соответствует действительности. Ложным называют высказывание, не соответствующее действительности. Говоря о действительности, имеют в виду не все, на что только можно указать или что только можно осмыслить, а лишь определенные предметные области. Всякое высказывание является осмысленным для одной предметной области неосмысленным для другой. Поэтому об истинности и ложности высказываний правомерно ставить вопросы лишь тогда, когда они осмысленны.

Предметные области отличаются друг от друга входящими в них предметами, их свойствами и отношениями. О таких различиях можно получить представления, сопоставляя предметную область минералогии и стратиграфии, теории чисел и геометрии, логики и семиотики, социологии семьи, экономики труда и т. д. В каждом конкретном случае термин «действительность» обозначает соответствующую предметную область. Поэтому термин «соответствие действительности» следует понимать как соответствие предметной области.

Высказывание соответствует предметной области тогда и только тогда, когда в данной предметной области соответствуют предметы (хотя бы один), удовлетворяющие данному высказыванию, т. е. с фиксированными в высказывании свойствами или отношениями. Высказывание не соответствует предметной области тогда и только тогда, когда не существует в данной предметной области предметов, удовлетворяющих этому высказыванию. Поэтому установление истинности или ложности высказываний производится на основании установле-

ния существования или несуществования предметов, удовлетворяющих этим высказываниям.

Термин «существовать» может определяться различно. Но в связи с установлением существования предметов следует воспользоваться его операциональным определением. В каждой предметной области предметы являются специфическими, а для установления их существования требуются соответствующие операции. Поэтому для каждой предметной области необходимо специально давать операциональное определение термина «существовать». Так, в повседневном обиходе бывает достаточно воспринять предмет с помощью органов чувств (увидеть, услышать и т. п.), чтобы установить его существование. В элементарной геометрии существование изучаемых объектов устанавливается посредством построений с помощью циркуля и линейки, в физике элементарных частиц — с помощью сложного экспериментального оборудования.

Содержательными основаниями обосновываемых высказываний являются высказывания о предметах, свойствах и отношениях рассматриваемой предметной области. Они получаются в результате выполнения операций, устанавливающих существование в данной предметной области. Так, в элементарной геометрии подобные высказывания получаются в результате построения циркулем и линейкой, в геологии — благодаря наблюдению и эксперименту. Высказывания, получаемые непосредственно при наблюдении и эксперименте, называют фактуальными, а отображаемые посредством их явления — фактами. В геологии содержательные основания обосновываемых высказываний являются фактуальными высказываниями. В качестве содержательных оснований могут использоваться также аксиомы (в дедуктивных науках) или законы (в индуктивных науках)

Различие логических свойств содержательных оснований дедуктивных и индуктивных наук — следствие того, что, во-первых, имеют дело с замкнутыми, а во-вторых — с открытыми предметными областями. Поэтому содержательные основания в дедуктивных науках являются общими достоверными высказываниями, а содержательные основания в индуктивных науках не обладают этим свойством. Фактуальные высказывания достоверные, но не общие; законы же есть общие высказывания, но они обычно уточняются и видоизменяются. Вследствие этого обоснование знаний при замкнутых предметных областях имеет необходимый характер и является доказательством обосновываемых высказываний, а для открытых предметных областей

оно лишь подтверждение обосновываемых высказываний. посредством доказательства и подтверждения устанавливается истинность обосновываемых высказываний. Ложность же таких высказываний определяется с помощью процессов мысли, называемых опровержениями. Доказать или подтвердить какое-то высказывание означает установить, что оно истинно. Опровергнуть какое-то высказывание означает установить, что оно ложно.

Обосновываемые высказывания в большинстве случаев оказываются выводами, полученными в результате сложных рассуждений. Поэтому при их обосновании приходится не только выявлять содержательные основания, но также и анализировать логическую структуру рассуждений. Располагая содержательными основаниями и зная, что они истинны, мы еще не вправе заключить, что и обосновываемые высказывания также истинны: истинность посылок не является достаточным условием истинности заключений. Необходимо установить логическую корректность рассуждений, посредством которых из посылок, выступающих при доказательстве или подтверждении основаниями, получаются заключения, являющиеся обосновываемыми высказываниями. Установление логической корректности рассуждений, посредством которых из оснований выводятся обосновываемые высказывания, называется логическим обоснованием знаний. Его проведение предполагает наличие логических знаний о методах исследования, об их логической структуре и о правилах умозаключений. Все эти логические знания образуют логические основания обосновываемых содержательных знаний. Когда говорят о логических основаниях науки или какой-то теории, то имеют в виду именно логические знания, применяемые при их обосновании.

Но проблема обоснования знаний не сводится только к их логическому обоснованию. При выяснении истинности или ложности знаний часто приходится пользоваться онтологическими категориями. Это служит также для выявления ошибок, для их устранения или выяснения того, что ошибки не могут быть устранены. Онтологические категории, применяемые при обосновании знаний, являются онтологическими обоснованиями последних. Они разрабатываются в философии. В диалектическом материализме онтологические категории разрабатываются в различных его разделах, но основная их часть содержится в разделах, изучающих категории диалектики. Эти категории и правила их применения изучаются в учебных курсах

диалектического материализма, и мы не будем их рассматривать специально.

При обосновании знаний используются также понятия из гносеологии. К ним относятся понятия «истина», «ложь», «существование» и т. д. Данные понятия и принципы образуют гносеологическую основу обоснования знаний. Они также изучаются в учебных курсах диалектического материализма.

В ряде случаев говорят об историческом обосновании знаний. Оно проводится путем выявления процесса становления обосновываемого знания. Для этого обращаются к истории науки и к диалектической логике. Из первой получают содержательные основания исторического характера (в отличие от предметных содержательных оснований, о которых речь шла выше), а из второй — философские основания для анализа развития знания. Историческое обоснование необходимо тогда, когда рассматриваются радикальные перестройки научного знания, выступающие проявлением общей закономерности развития научного познания — движения его к абсолютной истине через бесконечный ряд относительных истин^{8, 9}

При логическом обосновании знания встречаются ошибки, обусловленные нарушением правил логики. В зависимости от того, делаются эти ошибки непреднамеренно или же с целью ввести в заблуждение, они подразделяются соответственно на паралогизмы и софизмы. Для обнаружения, предупреждения или устранения логических ошибок при обосновании знания необходимо соблюдать правила, известные из теории умозаключений, а также из других разделов логики. В частности, следует использовать изложенные в данной главе сведения о логической структуре методов научного исследования. Все же на некоторых специфических правилах и ошибках следует остановиться специально.

Существует ряд требований, предъявляемых к содержательным основаниям. Выполнение этих требований необходимо для того, чтобы обосновываемые высказывания были истинными. При их невыполнении оказывается, что обосновываемые высказывания либо заведомо ложны, либо об их истинности ничего нельзя сказать.

1. Содержательные основания должны быть логически непротиворечивыми, т. е. они не должны содержать одновременно высказывания вида А и ГА. Из логически противоречивых посылок выводятся как истинные, так и ложные следствия: из противоречия следует все, что угодно (как истина, так и ложь). Если в содержательных основаниях обнаруживается логи-

ческое противоречие, то его надо устранять. В противном случае среди обосновываемых высказываний могут оказаться ложные, а их истинность не будет установлена.

2. Высказывания, используемые в качестве содержательных оснований, должны быть истинными. Их истинность необходимо установить. В противном случае нельзя однозначно судить об истинности или ложности обосновываемых высказываний.

3. Содержательные основания должны быть достаточными для установления истинности или ложности обосновываемых высказываний. В противном случае суждения об истинности обосновываемых высказываний не будут достоверными, а лишь вероятными.

4. В некоторых случаях совокупность высказываний, используемых в качестве содержательных оснований, оказывается недостаточной для выяснения истинности или ложности какого-то обосновываемого высказывания. Тогда могут использоваться в качестве оснований высказывания, истинность которых не установлена (недоказанные посылки). Но после проведения рассуждений эти посылки должны быть исключены из числа оснований. Такая задача решается путем превращения недоказанных посылок в антецедент импликации, консеквентом которой является обосновываемое высказывание. Исключение недоказанных посылок производится по правилу:

$$\frac{\gamma, \quad \alpha \vdash \beta}{\gamma \vdash \alpha \rightarrow \beta}$$

Символом γ обозначено множество доказанных посылок, символами β и α — соответственно обосновываемое высказывание и недоказанная посылка. Символ \vdash — служит для обозначения отношения «выводимо» (из α выводимо β). Формулируется это правило так: если из доказанных посылок γ и недоказанной посылки α выводимо заключение β , то из одних только посылок γ выводимо заключение $\alpha \rightarrow \beta$.

5. Недоказанные посылки, которые нельзя исключить по приведенному правилу, не могут быть использованы при обосновании. В противном случае нельзя будет сказать однозначно об истинности или ложности обосновываемого высказывания. Например, логическая ошибка, известная под названием «логический круг в доказательстве», возможна тогда, когда в качестве посылки используется высказывание, истинность которого устанавливается на основании истинности обосновываемого высказывания. Такую посылку нельзя исключить, и поэтому «круг в доказательстве» логикой запрещается.

6. Для опровержения общего высказывания достаточно одного противоречащего ему фактуального высказывания. Если такое сформулировано и истинно, то общее высказывание ложно. Большое число подтверждений общего высказывания с помощью фактуальных высказываний не доказывает его истинность в безотносительном смысле: она является лишь вероятной.

Нередко доказать, подтвердить или опровергнуть обосновываемое высказывание невозможно или чрезвычайно трудно. Зато можно решать эти задачи для других высказываний, находящихся с обосновываемыми в определенных логических отношениях. Если такие отношения выявлены, то на их основании можно сделать выводы об истинности или ложности обосновываемых высказываний. Обоснование называется прямым, если обосновываемое высказывание доказывается, подтверждается или опровергается непосредственно. Оно является косвенным, если истинность или ложность обосновываемого высказывания устанавливается исходя из непосредственно обоснованного другого высказывания. Для корректного проведения косвенного обоснования необходимо знать логические отношения между общеутвердительными (все S суть P), общеотрицательными (ни одно S не есть P), частноутвердительными (некоторые S суть P) и частноотрицательными (некоторые S не суть P) высказываниями.

Обозначив перечисленные виды высказываний соответственно символами a , e , i , o , можно представить отношения между высказываниями этих видов с помощью мнемонической схемы, называемой «логическим квадратом» (рис. 35).

Высказывания a и e называются контрарными. Они не могут быть вместе истинными. Если одно из них истинно, то другое ложно. Однако из ложности одного из контрарных высказываний не следует истинность другого. Контрарные высказывания могут оказываться вместе ложными.

Высказывания a и o или e и i называются контради-

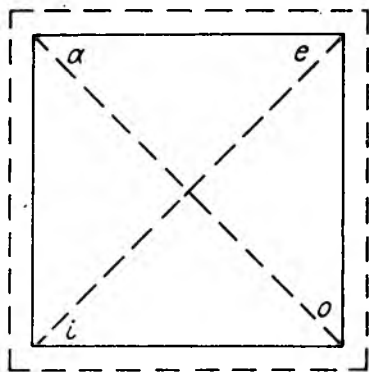


Рис. 35.

кторными. Такие высказывания не могут быть вместе ложными и вместе истинными. Одно из них ложно, другое истинно. Поэтому из ложности одного следует истинность другого, а из истинности одного — ложность другого.

Высказывания *i* и *o* называются субконтрарными. Они не могут быть вместе ложными, но могут быть вместе истинными. Поэтому из ложности одного субконтрарного высказывания следует истинность другого. Но на основании истинности одного невозможно заключить о ложности другого.

Высказывания *a* и *i* находятся в отношении подчинения. Высказывание *a* является подчиняющим по отношению к высказыванию *a*, последнее же — подчиненным по отношению к первому. То же следует сказать для высказываний *e* и *o*.

Если подчиняющее высказывание истинно, то истинно и подчиненное высказывание. Поэтому из истинности подчиняющего следует и истинность подчиненного высказывания. Если подчиненное высказывание ложно, то и подчиняющее ложно. Поэтому из ложности подчиненного высказывания можно судить о ложности и подчиняющего.

Если подчиняющее высказывание ложно, то об истинности или ложности подчиненного высказывания ничего сказать нельзя. Если подчиненное высказывание истинно, то об истинности или ложности подчиняющего также ничего нельзя сказать. Поэтому ложность подчиняющего высказывания и истинность подчиненного не будут основаниями для суждений о соответствующих им подчиненном или подчиняющем высказываниях.

Существуют высказывания, которые являются вместе истинными или вместе ложными. Такие высказывания называются равнозначными. Из истинности одного из них следует истинность другого. То же необходимо сказать и о следовании ложности одного из ложности другого.

Перечисленные логические отношения между высказываниями и используются в косвенном обосновании. Так, можно непосредственно доказывать или подтверждать высказывание, выступающее подчиняющим по отношению к обосновываемому высказыванию. Истинность последнего необходимо вытекает из истинности непосредственно обосновываемого высказывания. В случаях опровержения можно опровергать высказывания, являющиеся подчиненными по отношению к опровергаемому высказыванию. Ложность последнего необходимо вытекает из ложности непосредственно опровергнутого высказывания. Отношение равнозначности может быть использова-

но как при доказательстве или подтверждении, так и при опровержении обосновываемых высказываний.

В логике известны различные виды косвенного обоснования знаний. Они широко применяются в научных исследованиях, и мы не будем их рассматривать специально. Изложенные сведения могут быть использованы для более четкого решения проблемы обоснования в конкретных ситуациях.

Отметим, что все приведенные правила и логические отношения высказываний исследуются в логике с помощью символических ее средств. Но изложение этого материала с использованием средств исчисления высказываний и исчисления предикатов требует большего объема и большого напряжения сил от читателя. Поэтому при первом знакомстве с логикой его можно опустить.

До недавнего времени логические исследования мышления распространялись главным образом на сферу теоретического знания и не затрагивали проблематику сферы планирования и управления. При этом выявлялись и анализировались структура и виды гипотез и отношения гипотез и теорий, методы их построения, проверки и корректировки, способы проверки, получения и объяснения фактов. Таковой была традиция, основное содержание которой представлено в главах предыдущего раздела.

С развитием кибернетики ситуация существенно изменилась. На основе кибернетического подхода к планированию и управлению стали формироваться различные попытки применения логики к решению проблем этих областей деятельности. Наиболее развитая, а потому заслуживающая интереса, попытка в данном направлении изложена Г. Греневским в его работе «Логика и кибернетика планирования»¹⁰. В ней впервые планы представляются как системы предложений, аналогичные системам предложений в геометрии или физике, а способы их организации описываются с помощью средств символической логики. Известны и другие попытки применения понятий и методов логики в методологии планирования и управления.

Подобные исследования выступили предпосылкой для распространения на сферу планирования и управления более широкого круга понятий и методов логики, развитых прежде при решении проблем теоретического знания. К ним относятся по-

нения гипотезы и факта, представления о способах проверки и корректировки гипотез, получения и систематизации фактов, о наблюдении и эксперименте, моделях, моделировании и др. При этом оказалось, что планы и прогнозы выступают в качестве аналогов обычных гипотез и фактов, а способы их получения и оперирования ими обладают рядом существенных свойств, аналогичных соответствующим способам, известным в теоретическом знании. Все это повлекло последующую систематизацию логических понятий и методов, применяемых в решении задач планирования и управления.

На первый взгляд, все сказанное может показаться тривиальным фактом. Немало известно примеров переноса понятий и методов из одной науки в какую-то другую, из одной области знания в другие. Но рассматриваемый случай имеет принципиальные особенности с точки зрения проблематики развития интеллекта. Последнее положение заслуживает некоторых пояснений.

Обращаясь к сочинениям в области методологии и методики планирования, нетрудно обнаружить, что в них большая часть содержания излагается способами, существенно отличными от тех, которые считаются общепринятыми в сочинениях по физике, биологии, математике, теоретической социологии и т. п. Отличия усматриваются прежде всего в том, что в подобных сочинениях явно или неявно присутствует применение понятий и методов логики, тогда как в работах по методологии и методике планирования ничего подобного найти не удастся. Специалисты в области планирования и управления сами нередко сетуют на распространение «ползучего эмпиризма» в соответствующей литературе. Несомненно, с ними следует согласиться. В то же время необходимо ответить на вопрос: чем обусловлено такое положение дел?

Ответ на поставленный вопрос однозначен: в работах по методологии и методике планирования и управления не получила еще развития та традиция обобщения и систематизации опыта, которая хорошо представлена в теоретическом знании. Не составляет труда объяснить, чем обусловлено такое разительное несходство: в отличие от методологии теоретического знания, существующей около двух с половиной тысяч лет, изыскания по методологии и методике планирования и управления находятся всего лишь в стадии своего становления. Но именно поэтому представляется принципиально значимым перенос в эту область хорошо разработанных понятий и методов логики. Он существенно облегчил бы получение результа-

тов по обобщению, систематизации и логической структуризации накопленного опыта мышления.

Действительно, значительная часть понятий и представлений, содержащихся в предыдущем разделе, может быть с известными уточнениями перенесена на постановку, обоснование и решение задач планирования и управления. Поэтому применение достижений логики к проблематике планирования и управления имеет принципиальное значение для развития и формирования интеллектуальной культуры соответствующих специалистов. Систематическое выяснение возможностей такого применения предпринято в настоящем разделе.

Глава 6

ГИБРИДНЫЕ ЯЗЫКИ В НАУЧНОМ ПОЗНАНИИ

Разработка и применение систем математических моделей в различных областях научного познания позволяют наиболее полно использовать достоинства языков и методов математики и поэтому выступают своеобразным олицетворением современной математизации. При решении сложных проблем системы математических моделей обеспечивают получение результатов, отличающихся высокой содержательной точностью и формальной строгостью. Это стимулирует распространение изысканий по математическому моделированию в самые разнообразные области научного знания. Вместе с тем обнаруживаются серьезные трудности, без преодоления которых невозможны дальнейшие значительные успехи математизации.

Разработка, согласование и применение систем математических моделей осуществляются в настоящее время, главным образом, на основе опыта и интуиции исследователей и отличаются большой трудоемкостью. Это часто отрицательно сказывается на эффективности исследований, для которых предназначаются такие системы, а иногда даже обесценивает их значение. Выход из подобных ситуаций возможен при автоматизации процессов построения, согласования и применения моделей на основе применения современных компьютеров и иной, связанной с ними, информационной техники. Но для этого необходимо располагать формальными правилами и процедурами подлежащих автоматизации процессов, благодаря которым оперирование природных информационных органов исследователей может заменяться работой информационных технических устройств.

В методологических работах по математическому моделированию намечены общие подходы к созданию и использованию формальных правил и процедур такого рода¹, а в кибернетических исследованиях уже получены интересные результаты по автоматическому моделированию сложных систем². Это позволяет надеяться на успех отмеченного пути преодоления сложностей современной математизации, связанных с трудоемкостью процессов моделирования. Разработка формальных правил и процедур математического моделирования представляется возможной в его логической теории, которая развивается в последние годы как особая область логического анализа языка науки³. Однако использование данных правил в условиях применения ЭВМ возможно только на основе логической интеграции семиотических систем различной природы. Поэтому математизация и семиотизация научного исследования и управления могут развиваться эффективно только на основе явно использованных логических предпосылок.

6.1. Математическое моделирование в составе теоретических и эмпирических исследований

Одна из наиболее развитых форм математизации науки и управления связана с построением и использованием математических моделей объектов. Но ее проведение требует установления логических связей математических моделей с другими элементами логической структуры соответствующих процессов. Подобные связи могут быть отражены в логико-структурных моделях научного исследования и управления. Модели этого рода представляют непосредственный интерес для решения задач управления развитием интеллектуального потенциала, логической интеграции средств познания. В качестве примеров рассмотрим логико-структурные модели теоретического и эмпирического исследований, включающих математическое моделирование.

В теоретических исследованиях математические модели применяются для логического согласования высказываний, входящих в состав теорий. На моделях проверяются следствия, выводимые из некоторых предпосылок. Это позволяет решать вопросы об истинности, непротиворечивости или полноте теорий. С подобной проверкой связана совокупность других операций, что можно представить в модели логической структуры теоретического исследования, в котором осуществляются по-

строение и применение математических моделей объекта (рис. 36).

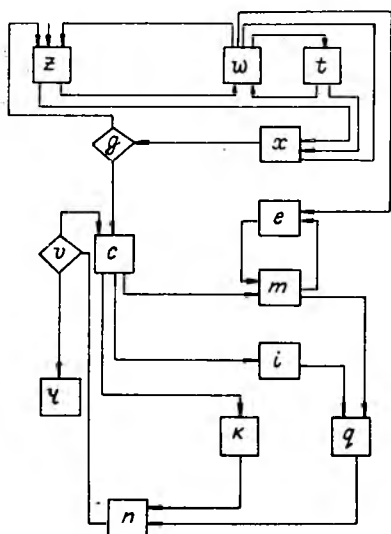


Рис. 36

Первоначально выполняется операция обнаружения несогласованности теории (j). Ее результат подвергается методологическому анализу — (w). В соответствии с результатом w осуществляется выбор фактов (f), относительно которых можно проверить истинность теоретических высказываний. Результаты трех названных операций используются в операции проверки теории (e). Ее результат оценивается посредством особой операции (d). Если он оказывается удовлетворительным, то процесс исследования заканчивается, а результат фиксируется как окончательный с помощью операции (r). Если же результат оказывается неудовлетворительным, то обращаются к операции постановки задачи о систематизации теоретических высказываний. На основании ее результата в операции (k) формулируется критерий решения, осуществляется построение модели (m) и подготовка информации (i). Модель и подготовленная информация используются в операции получения результата решения задачи (q). Этот результат сравнивается с критерием решения с помощью операции (n). Результат сравнения подвергается оценке (v). Если он оказался удовлетворительным, то процесс исследования заканчивается, а сам ре-

зультат фиксируется как окончательный с помощью специальной операции (г). Если же результат оказался неудовлетворительным, то информация об этом поступает в операцию постановки задачи о систематизации теоретических высказываний (с), и весь процесс, начиная с этой операции, повторяется.

Построение модели связано с выбором подходящего искусственного языка (е), на котором формулируется модель. Такая операция входит в состав рассматриваемой логической структуры.

В эмпирических исследованиях проводится поиск новых фактов, а также объяснение или систематизация уже имеющих. Построение математических моделей необходимо для объяснения или систематизации фактов. Но в процессы эмпирического исследования входят еще и другие операции. Все они и их отношения представлены с помощью соответствующей модели (рис. 37).

Первоначально осуществляется операция выбора совокупности фактов (Z), а также операции — методологического анализа (w), выбора теоретических представлений для объяснения или систематизации (t). Результаты названных операций используются в операции анализа фактов с помощью выбранных теоретических предпосылок (х). Результат этой операции подвергается оценке (q). Если он удовлетворяет исследователя, то процесс исследования заканчивается (факты оказались систематизированными или объясненными). Если же результат неудовлетворительный, выполняется операция постановки задачи и систематизации фактов (с). На основании результата данной операции проводится формулировка критерия решения задачи (к), подготовка информации (i) и построение математической модели (m). При построении

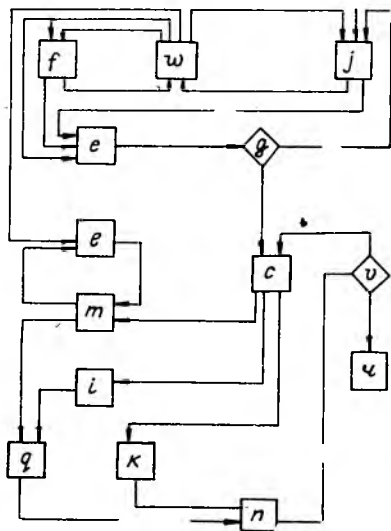


Рис. 37

нии модели пользуются результатом операции выбора искусственного языка (е), на котором осуществляется формулирование модели в операции (m). Результаты операций построения модели и подготовки информации используются в операции решения задач (q). Ее результат подвергается оценке с помощью соответствующей операции (v). Полученный результат решения сравнивается с критерием в операции (п) Если он отвечает критерию, то процесс исследования заканчивается, а сам результат фиксируется в качестве окончательного — (г). Если же результат не удовлетворяет критерию, то информация об этом поступает в операцию постановки задачи систематизации фактов и весь процесс, начиная с этой операции, повторяется (см. рис. 37).

6.2. Логическая интеграция математических моделей и словесных описаний

Математические модели и словесные описания изучаемых объектов выступают в качестве заместителей друг друга в научных исследованиях и в ситуациях обучения. Подобные замещения служат основанием для истолкования тех и других как различных способов задания функций — словесного и аналитического. При взаимных замещениях они оказываются семантически эквивалентными. Разработка формальных правил и процедур построения моделей по словесным описаниям объектов, согласование систем моделей и оперирование с ними в значительной степени сводится к формализации интуитивно осуществляемых переходов от одних способов задания функций к другим⁴ Она предполагает выявление синтаксических и семантических характеристик взаимных замещений способов задания функций.

Математические модели изучаемых объектов являются системами уравнений или неравенств, отображающих связи между рассматриваемыми параметрами этих объектов. Такое отображение осуществляется путем интерпретации уравнений или неравенств в терминах словесных описаний соответствующих объектов. Математические модели представляют собой системы уравнений или неравенств, интерпретированных в терминах словесных описаний изучаемых объектов. Такое понимание моделей позволяет анализировать их семантические характеристики⁵

Переменные математических моделей имеют два рода значений — понятийные и числовые. С помощью первых в словес-

ном описании объекта обозначаются рассматриваемые параметры, а с помощью вторых — их состояния⁶. Состояния параметров распознаются путем измерения, которое производится с наперед заданной степенью точности. Поэтому числа оказываются именами различных состояний (неразличимые состояния отождествляются и рассматриваются как одно и то же состояние). Изменение степени точности измерения равносильно изменению множества различных состояний множества рассматриваемых параметров.

Математические модели объектов являются неоднородными логическими функциями (предикатами), определенными на множестве различных состояний множества рассматриваемых параметров этих объектов и принимающими значения истинности 1 или 0⁷. Области их определения задаются с помощью словесных описаний объектов, что соответствует приведенному выше пониманию математических моделей.

Изменяя степень точности измерений параметров изучаемых объектов, можно изменять степень достоверности результатов, получаемых посредством моделирования. Такие изменения точности измерения и достоверности решения моделей обуславливаются особенностями содержательных задач, которые требуют применения моделирования. Множество различных состояний множества рассматриваемых параметров объекта является множеством истинности математической модели. При изменении степени точности измерения параметров изменяется множество различных состояний, т. е. множество истинности модели. Вследствие этого правомерно говорить не о двух логических значениях истинности (как отмечалось выше), а о большем числе таких значений (как в многозначной логике)⁸.

Множество различных состояний параметров, заданное измерительной процедурой с некоторой точностью, содержится в множестве состояний этих параметров, заданном с помощью измерительной процедуры большей степени точности. Изменив область нахождения модели путем повышения точности измерения, мы попадаем в ситуацию, в которой математическая модель, определенная на некотором множестве различных состояний множества параметров, принимает несколько различных значений истинности. Для того чтобы осуществить моделирование объекта при заданном истинностном значении (или интервале значений) модели, приходится формулировать ограничения, налагаемые на данную модель. Эти ограничения выступают в качестве ограниченных квантеров. С их помощью производится выделение такого подмножества множества ис-

тинности модели, на котором она принимает некоторые значения истинности.

Совокупность терминов, выступающих понятийными значениями переменных модели, образует ее понятийный базис. Совокупность логических отношений между терминами, входящими в базис, образует его логическую структуру⁹. Такими отношениями являются подчинение, соподчинение, внеположенность и др. Они могут выявляться логическим приемом деления понятий.

Понятийный базис некоторой модели может быть показан с помощью соответствующей диаграммы Венна, на которой объемы понятий изображаются кругами, а отношения между ними оказываются отношениями объединения, пересечения, включения и т. д. Благодаря такому изображению возможно использование логической символики для анализа логической структуры понятийных базисов большой степени точности. Данная возможность выступает необходимой предпосылкой автоматизации процессов моделирования. Она позволяет автоматизировать процессы детализации или укрупнения моделей¹⁰.

Множества истинности понятий, входящих в понятийные базисы моделей, являются множествами различных состояний параметров. Эти понятия имеют операциональные определения, наличие которых позволяет моделировать эмпирические объекты и анализировать с помощью моделей связи между рассматриваемыми параметрами. При выборе степени точности измерения одни и те же термины могут иметь различные операциональные определения. Выбор операциональных определений терминов базисов моделей предполагает формулирование соответствующих ограничений, налагаемых на эти модели. Формализация логической зависимости между операциональными определениями терминов базиса и ограничениями модели необходима для автоматического решения задач адаптации моделей.

В словесных описаниях объектов отношения между терминами, входящими в понятийный базис моделей, могут явно не формулироваться. С помощью диаграмм Венна и логической символики такие отношения можно зафиксировать и подвергнуть анализу. На этой основе возможно установление соответствия между системами уравнений или неравенств и словесными описаниями изучаемых объектов, что позволяет интерпретировать математические выражения в терминах словесных описаний объектов. Таким путем осуществляется экс-

пликация словесных описаний, а математические модели при этом оказываются экспликатами последних.

С помощью изложенных логических предпосылок возможна разработка гибридных языков, в которых объединяются различные математические языки и языки содержательных дисциплин.

6.3. Формализованные и интуитивные языки.

Рефлексивное моделирование

Интуитивные и дискурсивные рассуждения при определенных условиях могут заменять друг друга. Замещение интуитивных рассуждений дискурсивными производится для достижения большей степени строгости, а дискурсивных интуитивными — для достижения непосредственной ясности и очевидности. Такие замещения широко используются в научных исследованиях и в практике обучения. Но их основания не всегда явно формулируются.

Возможность подобных замещений основывается на эквивалентности логической структуры рассуждений. В дискурсивных рассуждениях их логическая структура выявлена и четко фиксирована, в интуитивных ее приходится выявлять и реконструировать. При этом обращаются к формализации.

Формализация рассуждений обусловлена особенностями тех языков, в которых они осуществляются. В логике всякий язык характеризуется алфавитом, правилами образования и преобразования выражений и правилами интерпретации. Данными характеристиками определяется класс допустимых рассуждений в каждом языке. Формализованным язык является при условии, что его алфавит и правила заданы явно. При отсутствии явного задания элементов алфавита или правил язык оказывается интуитивным.

Правомерно различать языки большей или меньшей степени формализации. Интуитивность языка может быть обусловлена неполнотой алфавита или хотя бы одного из трех наборов правил. Поэтому проведение формализации как устранение интуиции может иметь различное содержание, и вполне правомерно выделять различные виды формализации по их содержанию.

На основе представления о формализованных и интуитивных языках возможно более точное понимание интуитивных и дискурсивных рассуждений. Первые проводятся в интуитивных языках, вторые — в формализованных. Степень интуитивности

рассуждений определяется степенью интуитивности языка, в котором они производятся. Поэтому устранение интуиции в рассуждениях оказывается в то же время формализацией соответствующего языка.

Возможно различие полуинтуитивных и полуформализованных рассуждений. Первыми являются рассуждения в формализованных языках, если опускаются некоторые их шаги. Восстановление таких шагов не представляет принципиальной трудности. Вторые выделяются в интуитивных языках, если в них имеются все операции, но оправданность хотя бы некоторых из таких операций не может быть определена из-за интуитивного характера соответствующего языка. Поэтому формализация полуформализованных рассуждений оказывается сложной задачей по сравнению с формализацией полуинтуитивных рассуждений.

Дискурсивные рассуждения разделяются на два вида — формализованные и полуинтуитивные. В тех и других логическая структура выявлена и легко распознается. Интуитивные рассуждения разделяются на полуформализованные и неформализованные. Они различаются степенью установления логической структуры. Ее выявление для неформализованных рассуждений — трудная задача и требует искусства исследователя.

Сложность выявления логической структуры интуитивных рассуждений не противоречит общему условию замещения интуитивных и дискурсивных рассуждений: эквивалентности их логической структуры. Познавательные возможности подобных рассуждений определяются совокупностью логических теорем¹¹. Но осуществление замещений одних рассуждений другими требует выявления их логической структуры и проведения формализации.

Дискурсивные рассуждения, выступающие в качестве заместителей интуитивных рассуждений, служат своеобразными моделями последних. Интуитивные рассуждения в данных случаях оказываются оригиналами таких моделей. Подобное отображение выступает в качестве своеобразного моделирования, которое можно назвать рефлексивным¹².

Рефлексивное моделирование применяется для обнаружения, устранения или предотвращения логических ошибок. В интуитивных рассуждениях решение аналогичных задач часто оказывается неэффективным или даже невозможным. Поэтому обращаются к рефлексивному моделированию на основе формализации интуитивных рассуждений. При помощи рефлекс-

сивных моделей обеспечивается эффективность решения этих задач.

Рефлексивные модели используются также для определения степени общности результатов, для получения которых служат рассуждения-оригиналы; или для выявления ограничений на условиях задачи, без учета которых невозможно получить корректные решения. Подобные проблемы могут иметь логически корректные решения только на основе рефлексивного моделирования¹³ Поэтому рефлексивные модели и в данных ситуациях служат достижению корректных решений.

В то же время дискурсивные рассуждения, выступая в качестве рефлексивных моделей, обладают способностью принимать на себя функции оригиналов: при таком замещении обеспечивается решение соответствующих задач. Это явление мы называем оригинализацией моделей¹⁴ Благодаря оригинализации также решаются проблемы логической корректности рассуждений в ходе получения содержательных результатов. По отношению к последнему обеспечение логической корректности является вспомогательной задачей.

Рефлексивные модели существенно отличны от логических моделей мышления. Они строятся в самом познании и могут оригинализироваться. Логические модели служат для отображения и анализа логических свойств рассуждений и не принимают на себя функции оригиналов. С их помощью разрабатываются и обосновываются логические правила. Они также применяются при создании рефлексивных моделей.

Интуитивные и дискурсивные рассуждения могут быть представлены выражениями одного и того же языка. При этом выделяются два его состояния: в первом случае он оказывается интуитивным, а во втором — формализованным. В подобных ситуациях рефлексивные модели и их оригиналы являются семиотически однородными. Но замещающие друг друга интуитивные и дискурсивные рассуждения могут формулироваться средствами различных языков. Так обстоит дело при математизации содержательных областей знания, когда рефлексивные модели и их оригиналы оказываются семиотически разнородными.

Итак, правомерно выделить два вида рефлексивных моделей и рефлексивного моделирования, различаемых по семиотическим признакам. Но оба они существуют на основе формализации интуитивных рассуждений. Рефлексивные модели обеспечивают достижение логической корректности решения задач. Однако она может быть как самостоятельной целью рефлексив-

ного моделирования, так и служить вспомогательным компонентом при получении содержательного результата. При оригинализации рефлексивных моделей производится повышение степени логической строгости процессов мышления.

6.4. Гибридные языки

В сложных процессах мышления наблюдаются взаимные замещения интуитивных и дискурсивных рассуждений и их совместные применения при постановке и решении задач. Очевидно, что не любые рассуждения могут замещать друг друга или применяться совместно. Поэтому необходимо определить свойства рассуждений, обуславливающие возможности их замещений и совместного применения. Для этого обратимся к информационной совместимости процедур.

Процедуры постановки задач или нахождения решений выступают как совокупности взаимосвязанных правил, которые обеспечивают формулирование задачи из соответствующих исходных данных или получение результата решения путем переработки условий задачи. Применение правил — это переработка соответствующих данных в результат. Она представляет собой операцию мышления. Упорядоченная совокупность подобных операций образует процесс мышления. Такой процесс является применением соответствующей процедуры.

Две процедуры называются информационно совместимыми, если они могут замещать друг друга или совместно применяться при постановке или решении задач. Информационная совместимость процедур определяется семантическими характеристиками их исходных данных и результатов: при замещении процедур их исходные данные и результаты одной процедуры должны быть семантически эквивалентными исходным данным другой. При невыполнении этих условий процедуры не являются информационно совместимыми.

Информационная совместимость или несовместимость процедур устанавливается на основе их семантического анализа. Он состоит в выявлении семантических отношений процедур к их исходным данным и результатам и в сравнении друг с другом подобных отношений. С его помощью можно получить утверждения об информационной совместимости или несовместимости тех или иных процедур. Благодаря возможности применения той же самой процедуры к содержательно различным исходным данным и получения содержательно различных результатов правомерно выделять классы и подклассы исходных

данных и результатов. Выявление таких классов и подклассов служит основой для обобщенного решения проблемы информационной совместимости процедур. В этом случае рассматривается семантическая эквивалентность выделенных классов или подклассов исходных данных и результатов.

Информационно совместимые процедуры могут формулироваться в одном и том же или в различных языках. В первом случае приходится решать проблему информационного обмена между процедурами в ходе выполнения процессов мышления, а во втором такая проблема отсутствует. Решается эта проблема как своеобразный перевод с одного языка на другой, что предполагает предварительную разработку соответствующих семантических правил. Подобные правила формулируются на основе семантических отношений различных языков.

Явно сформулированные семантические правила этого рода позволяют производить замещения процедур или совместно применять их. Созданию таких правил часто предшествует непосредственный опыт, в котором фиксированы удачные и неудачные попытки замещений и совместного применения процедур. Его анализ и обобщение служат предпосылкой для разработки обсуждаемых семантических правил.

Информационная совместимость процедур и условия, при которых она возможна, составляют общую основу для разнообразных сочетаний интуитивных, дискурсивных или тех и других рассуждений. При этом вопросы о логической корректности, рассмотренные в предыдущем разделе, оказываются осмысленными при ее признании в том или ином виде. Но она не охватывает все многообразие случаев информационной совместимости: отмеченное взаимодействие процедур и процессов рассуждений осуществляется также и за границами проблемы корректности рассуждений.

Действительно, логическая структура заменяющих друг друга рассуждений может быть различной, а их замещения или совместные применения могут основываться исключительно на указанных выше условиях информационной совместимости. Это возможно для любых процедур, рассуждений и языков. Поэтому проблема логической корректности выступает частным аспектом проблемы информационной совместимости. Такое обобщение соответствует рассмотренным выше представлениям о логической структуре мышления.

Семантические отношения между процедурами описываются с помощью выражений специальных языков, отличных от языков, в которых формулируются сами процедуры. описа-

ние самих процедур в связи с описанием их отношений производится средствами подобных специальных языков. Эти языки по отношению к языкам, в которых формулируются процедуры, оказываются метаязыками. Для каждой относительно обособленной системы процедур используется некоторый метаязык. Такие метаязыки выступают средствами описания и представления абстрактных интеллектуальных систем. Но при помощи одного метаязыка могут быть описаны достаточно различные интеллектуальные системы.

Выражения рассматриваемых метаязыков распознаются семантически — на основе выявления их значений. Элементарные выражения описывают пару процедур и условия их информационной совместимости. Сложные выражения образуются из элементарных по правилам логики. Системы процедур с их семантическими отношениями, представляющие собой абстрактные интеллектуальные системы, описываются системами выражений в каком-то метаязыке. Подобные системы метаязыковых выражений являются репрезентациями соответствующих интеллектуальных систем.

Благодаря репрезентациям осуществляются замещения и совместные применения процедур при постановке и решении задач. Без наличия репрезентаций это было бы невозможно. Поэтому при изучении функционирования интеллектуальных систем или в случаях их создания требуется выявление или построение соответствующих репрезентаций.

Очевидно, что исследования отношений между интеллектуальными системами также оказываются возможными благодаря их репрезентациям. На основе анализа репрезентаций можно устанавливать логические отношения между системами, аналогичные отношениям между понятиями: отношения подчинения, соподчинения, внеположенности, эквивалентности, перекрещивания и т. п.¹⁵ Эквивалентные системы способны к взаимному замещению. Внеположенные соподчиненные системы могут функционировать совместно при получении некоторого результата; благодаря отношению перекрещивания выделяются «сращивающиеся» системы. На этой основе возможно перенесение операций над понятиями в исследованиях абстрактных интеллектуальных систем. При семантическом подходе можно рассматривать обобщения и ограничения интеллектуальных систем. Отмеченное применение логики может представлять интерес для формализации распространенных в литературе интуитивных представлений о «гибкости интеллекта», о его «адаптивных возможностях».

Процедуры, входящие в абстрактную интеллектуальную систему, могут формулироваться с помощью средств одного языка или различных языков. В первом случае они являются семиотически однородными, а во втором — семиотически разнородными. Но в обоих случаях язык интеллектуальной системы образует единое целое. В этой связи удобно различать однородный язык и язык гибридный.

Гибридный язык интеллектуальной системы — объединение двух или более однородных языков. В него могут входить какой-то естественный язык, графические и символические искусственные языки. Для этих языков должны быть заданы условия и правила информационной совместимости. Все однородные языки вместе с названными условиями и правилами описываются с помощью средств некоторой интеллектуальной системы посредством соответствующей репрезентации.

Структура однородных языков отвечает изложенному выше логическому определению языка. Но для характеристики гибридных языков такое понимание нуждается в видоизменениях. Они сводятся к добавлению двух характеристик — правил информационной совместимости и соответствующего метаязыка.

В однородном языке нет проблемы обмена информацией между его выражениями. Но в гибридных языках такая проблема существует. Она решается благодаря введению правил информационной совместимости. Сами правила не принадлежат однородным языкам, входящим в гибридный язык. Они формулируются средствами некоторого метаязыка. С его помощью описываются выражения однородных языков, для которых установлены правила информационной совместимости. Поэтому гибридный язык не может существовать без соответствующего метаязыка.

Примером гибридного языка является язык, обеспечивающий построение математических моделей изучаемых объектов по их словесным описаниям. В него входит некоторый естественный язык, язык диаграмм Венна, язык карт Вейча, язык органограмм, язык временных диаграмм и символический язык алгебры, средствами которого формулируются уравнения или неравенства, входящие в модели. Этот язык разработан для решения некоторых задач прикладного системного анализа¹⁶ Организующий его метаязык разработан в логической теории математических моделей¹⁷ С помощью такого метаязыка сформулированы правила и процедуры для решения проблемы информационной совместимости однородных языков, входящих в данный гибридный язык¹⁸

Отметим, что при разработке указанного гибридного языка и соответствующего метаязыка были использованы понятия и методы из различных разделов логики. Они были отобраны исключительно как инструментарий решения этих двух проблем¹⁹ Составной частью решения подобных проблем является формализация интуитивных процедур, применяемых в системном анализе. Данный пример содержит все характеристики гибридного языка и методологические установки, используемые при его разработке.

Подобное ознакомление с описанным примером позволит решать любые аналогичные проблемы. В этом заключается его эвристическое значение²⁰

6.5. Логические каркасы гибридных языков

Гибридные языки отличаются друг от друга составляющими их языками отдельных дисциплин, и конкретные правила, выражаемые в соответствующих метаязыках, могут существенно различаться. Но возможно представить общие логические отношения составляющих языков, знания о которых являются общей предпосылкой при логическом анализе языка междисциплинарных исследований. Эти знания входят в соответствующее логическое обеспечение.

В гибридных языках используются разнообразные образующие языки, но логические отношения между их выражениями могут быть представлены в общем виде. Один из способов подобного представления основывается на выявлении совокупности языков, которые могут рассматриваться как обеспечивающие переход от словесных описаний объектов междисциплинарных исследований к их математическим моделям. Подобный переход осуществляется в несколько этапов, каждому из них может быть поставлен в соответствие определенный язык. Таким путем устанавливается логический каркас содержательно различных гибридных языков.

Уравнениям или неравенствам, входящим в математическую модель, могут быть поставлены в соответствие оргиграммы, так что переменным будут отвечать стрелки, а операциям — блоки. Оргиграммы являются выражениями специального графического языка. Стрелки, как и переменные, имеют два рода значений — понятийные и числовые, а с помощью блоков представляются отношения между ними. Таким способом найден один из указанных промежуточных языков. Он часто применяется для моделирования сложных систем на основе сло-

весных описаний последних. Но при этом должны быть выявлены и уточнены все понятийные значения стрелок и все их отношения.

Решение данной задачи осуществляется средствами логической теории понятия. Результат такого уточнения может фиксироваться с помощью символического языка теории классов, отношения между параметрами описанного объекта представляются в выражениях данного языка с помощью логических отношений между классами. Символический язык логики классов в рассматриваемом контексте выступает в качестве второго промежуточного языка.

Очень часто приходится иметь дело с открытыми классами, обменивающимися индивидами друг с другом. Такие ситуации встречаются в демографических, социологических, экономических и им подобных задачах. Отмеченный обмен происходит во времени. Для экспликации содержательных описаний объектов требуются дополнительные языковые средства. С их помощью осуществляется переход от символических выражений логики классов к органограммам и точный учет изменений во времени.

Символическим выражениям языка логики классов могут быть поставлены в соответствие диаграммы Венна. Правила решения этой задачи хорошо известны в логике и математике. Диаграммы Венна — выражения специального графического языка. Он выступает в рассмотренном случае в качестве одного из промежуточных языков. Диаграммы Венна могут быть представлены с помощью преобразований картами Вейча. Эти карты выражают еще один графический язык, выступающий также в качестве промежуточного. Карты Вейча можно преобразовать в органограммы: прямоугольники, входящие в карты Вейча, изолируются друг от друга и представляются в качестве блоков, между которыми помещаются стрелки. Таким путем задается графическая схема процесса обмена индивидами между открытыми классами. Для точного учета фактора времени обращаются к временным диаграммам, столбцы которых именуется символами, обозначающими моменты времени, а строки — символами, обозначающими классы. Последовательность столбцов изображает дискретное представление процесса обмена между классами. На основе временных диаграмм легко могут быть построены соответствующие уравнения или неравенства, входящие в математическую модель.

Языки отдельных дисциплин, входящих в междисциплинарные исследования, язык математических моделей и описан-

ные промежуточные языки являются составляющими конкретных гибридных языков. Правила, по которым выражения составляющих языков могут замещать друг друга или применяться совместно, формулируются в каждом гибридном языке с помощью средств соответствующего метаязыка. В изложенном обобщенном описании гибридных языков представлены основные идеи логического обеспечения, требующегося для логического анализа языков этого рода. Само обеспечение включает упоминавшиеся логические понятия и принципы, а также символические средства современной логики.

6.6. Эвристика и логика

Создание гибридных языков в настоящее время далеко не всегда возможно на основе применения понятий и методов логики, и описанный пример иллюстрирует только один из возможных вариантов решения этой проблемы. В практике научных исследований и принятия решений широко распространены случаи формирования гибридных языков без явного применения логики. Примеры подобного рода подробно описаны в методологии системного анализа²¹, исследования операций²² и в других областях системного исследования. Такие примеры было бы неправомерно игнорировать.

Опыт мышления существует независимо от логических исследований и в значительной степени от достижений логики. Он накапливается, систематизируется, передается и применяется во всех областях интеллектуальной деятельности. Он содержит разнообразные процедуры, правила их взаимных замещений, изолированных и совместных применений. Изучение опыта, его накопление, разработка принципов передачи и применения осуществляются в эвристике. Правда, общеизвестные работы в этой области знания были созданы на основе опыта математического мышления²³. Но сведения, принадлежащие эвристике, широко представлены в работах по методологии научных исследований и принятия решений. Одним из примеров является методология системного анализа²⁴.

Существуют различные понимания предмета эвристики, и в зависимости от точки зрения авторы выделяют ее в качестве особой дисциплины или отказывают ей в праве на такое существование, включая ее в логику, методологию или теорию обучения и т. д. Но в любом случае не подлежит сомнению существование специфических знаний, в которых фиксируется, обобщается и систематизируется опыт мышления в со-

держательно различных областях науки и управления. Представляется, что их выделение в особую дисциплину вполне оправданно.

В эвристике можно выделить общую эвристику и эвристику специальную. Первая рассматривает общие принципы формирования, накопления, обобщения и систематизации опыта мышления. Во второй решаются задачи накопления, обобщения, передачи и применения такого опыта. Специальная эвристика представлена совокупностью частных эвристик, отвечающих конкретным областям науки и управленческой деятельности. Это математическая, экономическая, медицинская, инженерная и иные эвристики. Общая эвристика по отношению к перечисленным выполняет методологические функции и может рассматриваться как раздел методологии. Но в целом формирование эвристики как науки еще далеко от своего завершения.

В частных эвристиках описываются процедуры и пути их применения, в них же содержатся в том или ином виде описания однородных и гибридных языков и метаязыков. Только все это далеко не всегда четко фиксируется и различается из-за отсутствия разработанной системы понятий эвристики. Применение ЭВМ для реализации интеллектуальных процедур явилось основанием для создания машинной эвристики, относимой к области искусственного интеллекта.

Думается, что в каждой частной эвристике с помощью изложенных выше представлений можно выделить разнообразные виды интеллекта и интеллектуальных систем. Логическая концепция мышления позволяет исследовать и разрабатывать абстрактные интеллектуальные системы, распознаваемые в содержании частных эвристик. На ее основе открывается возможность для систематического использования достижений современной логики к решению задач искусственного интеллекта.

Но применение логики возможно при обращении к анализу и разработке языков, в которых формулируются процедуры, входящие в абстрактные интеллектуальные системы. И в этом контексте приобретают важное значение представления об однородных и гибридных языках и их свойствах. Подобные представления оказываются применимыми также за границами искусственного интеллекта в собственном смысле слова. Поэтому значение логической концепции мышления выходит за границы исследований по искусственному интеллекту.

Применение логических методов особенно важно в связи с использованием ЭВМ для выполнения интеллектуальных процессов с гибридными интеллектуальными системами. Но оно также важно и при решении проблем логической корректности, повышения степени достоверности, формализации и т. п.

Глава 7

ЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПЛАНОВ И ПЛАНИРОВАНИЯ

7.1. Логическая структура планов

В современной литературе по вопросам планирования присутствуют различные понимания планов, каждое из них оправдано содержанием обсуждаемой проблематики. Подобным образом поступим и мы, воспользовавшись таким пониманием плана, которое более всего соответствует разработке логической концепции планирования. Оно может быть заимствовано из сочинений Р Акоффа и Г Грневского по кибернетическим проблемам планирования^{1, 2}

Согласно пониманию Р Акоффа, план представляет собой проект желаемого будущего и описание эффективных путей его достижения. При этом план выступает знанием о текущем и будущем состояниях некоторого объекта и путях его преобразования из первого во второе. Рассматривая план как знание, выделим его синтаксические и семантические характеристики.

В соответствии с пониманием Г Грневского, план представляет собой систему предложений, аналогичную в известном смысле таким, которые хорошо известны в геометрии, теории множеств и в других научных теориях. Логические отношения между входящими в план предложениями составляют его синтаксис. Г Грневский в своей работе подробно исследовал возможности символической логики при анализе синтаксических свойств планов.

Все предложения, входящие в планы, подразделяются на два вида — дескриптивные (описывающие) и прескриптивные (предписывающие). С помощью первых представляются состояния отражаемых в плане объектов, а вторые служат

для выражения предписаний по использованию того или иного способа перехода из одного состояния в другое. Посредством выделения предложений рассматриваемых видов определяются семантические свойства планов.

В плане соответствующий объект отражается на каком-то интервале времени T с начальным моментом t_0 и конечным t_{n-1} . Этим моментам времени ставятся в соответствие начальное и конечное состояния отражаемых объектов — p_0 и p_n . Моментам времени $t_1, t_2, \dots, t_{n-3}, t_{n-2}$ ставятся в соответствие возможные промежуточные состояния данного объекта. Вследствие различных возможностей перехода объекта плана из начального состояния в конечное выделяются различные последовательности промежуточных состояний, представляющие собой варианты перехода.

Процесс перехода объекта плана из начального состояния в конечное можно изобразить сетью, с истоком которой сопоставлено начальное состояние, а со стоком — конечное, с остальными узлами сети — промежуточные состояния. Различные пути в сети, ведущие от истока к стоку, сопоставляются с различными вариантами перехода объекта плана из начального состояния в конечное. Дуги сети можно истолковать как работы, с помощью которых осуществляются преобразования одних состояний в другие. Такие работы выступают способами переходов объекта из одного состояния в другое.

Теперь возможны уточнения в понимании дескриптивных и прескриптивных предложений. Входящие в план дескриптивные предложения описывают состояния его объекта во времени, отношения между такими состояниями и различные варианты перехода этого объекта из начального состояния в конечное. Прескриптивные же предложения выражают собой критерии, оценки и предписания по использованию того или иного способа перехода. Выявленные логические свойства планов представимы также с помощью формальных средств.

Обозначив состояния объекта, относящиеся к i -й последовательности, символами $P_1^i, P_2^i, \dots, P_m^i$, а отношения таких состояний — \wedge , представим подобную последовательность с помощью формулы:

$$\bigwedge_{j=1}^m P_j^i = P_1^i \wedge P_2^i \wedge \dots \wedge P_m^i$$

Принимая во внимание возможность различных вариантов перехода (1, 2, ..., n) и воспользовавшись символом \vee для

обозначения альтернативных переходов и вариантов, покажем с помощью формулы совокупность всех возможных вариантов в сети:

$$\bigvee_{i=1}^n \bigwedge_{j=1}^m P_j^i \vee P_j^2 \vee \dots \vee \bigwedge_{j=1}^m P_j^n$$

Используя обозначения начального и конечного состояний объекта планирования, запишем с помощью формулы отражаемую в плане сеть всех возможных переходов объекта из начального состояния в конечное:

$$S = P_0 \bigwedge_{i=1}^n \bigvee_{j=1}^m P_j^i \bigwedge_{t-1} P_{t-1}$$

Отметим, что в рассматриваемой сети могут быть такие ее части, которые имеют свои исток, сток и варианты переходов. Подобные части можно выразить с помощью формул, аналогичных уже построенным. На этой возможности основана универсальность описанного метода, применяемого для моделирования изменений объектов планов на любых временных интервалах.

Для обобщенного представления множества всех переходов в сети также воспользуемся символической записью. Обозначим произвольную дугу в сети, принадлежащую g -му варианту символом $g_{h,h+1}^g$, отношение дуг в каком-то одном варианте — \bigwedge , а отношения между вариантами — символом \bigvee . Тогда множество всех вариантов переходов представимо формулой:

$$T = \bigvee_{g=1}^k \bigwedge_{h=1}^e g_{h,h+1}^g$$

Объект плана включает в себя как рассмотренные уже изменения состояний во времени, так и воздействия на состояния, служащие преобразованию последних. Поэтому в объекте плана содержатся две части: 1) подвергающаяся изменениям и представляемая с помощью системы дескриптивных предложений; 2) ответственная за эти изменения и связанная с прескриптивными предложениями. Объединение

этих частей в составе объекта плана выступает основанием для объединения дескриптивных и прескриптивных предложений в самом плане. Но при таком понимании объект плана включает в себя как объект изменений, так и их субъект. Очевидно, что план как знание связан с обеими частями его объекта, что представимо наглядно (рис. 38).

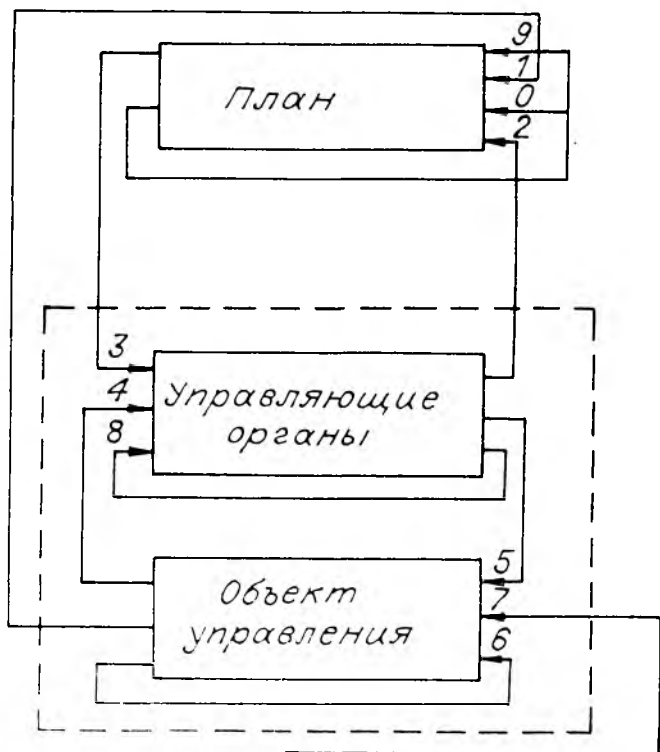


Рис. 38

Преобразование одного состояния объекта управления в другое обозначается стрелкой 6. Оно зависит от изменений внешних обстоятельств (стрелка 7) и предписаний, вырабатываемых органами управления (стрелка 5). Выработка таких предписаний осуществляется на основании плановых представлений объекта (стрелка 3) и оценок текущего состояния объекта управления (стрелка 8). Оценки вырабатываются на

основании критериев (стрелка 3) и информации от объекта управления (стрелка 4). Все это определяет один такт в преобразовании объекта из одного состояния в другое. Для каждого такта необходима и своя часть плана. Поэтому после выполнения одного такта в объекте плана в самом плане производится передача управления следующей его части (стрелка 9).

Своего рода настройка плана на объект осуществляется с помощью информации об объекте управления и плановых органах (стрелки 1 и 2). Такая настройка состоит в выборе дескриптивных и прескриптивных частей в плане, которые отвечают требованиям текущего момента. Именно здесь могут выбираться способы перехода, варианты, критерии и т. д. В этой настройке определенную роль играет получение информации из окружающей среды (стрелка 0).

Итак, логическая структура планов, их синтаксические и семантические характеристики непосредственно связаны с обобщенным анализом поведения соответствующих объектов. Оно представляется как чередование двух операций — тактов преобразований состояний объектов управления и настройки планов на их объекты. Это позволяет проводить логический анализ процессов реализации планов на практике как применение знаний.

7.2. Логическая структура процессов планирования

Специалисты в области планирования придерживаются различных пониманий этого явления в зависимости от содержания решаемых проблем. В нашем случае необходимо такое понимание планирования, которое было бы непосредственно связанным с рассмотренным выше пониманием планов как своего рода знаний. Оно может быть заимствовано из уже упоминавшейся работы Р. Акоффа³. Согласно пониманию этого автора, планирование представляет собой проектирование желаемого будущего и эффективных путей его достижения. Очевидно, что оно ведется в соответствии с некоторыми целями и на основе некоторого достигнутого уровня в развитии объекта управления. В нем учитывается накопленный опыт, достижения науки и т. п. В целом оно выступает как процесс, в котором можно выделить ряд операций и отношений между ними.

Совокупность операций и их отношений, выделяемых в процессе планирования, составляет его логическую структуру.

Это понимание логической структуры планирования аналогично представлению о логической структуре научных исследований⁴. То и другое вводится для изучения соответствующих процессов на логическом уровне и последующего использования полученных результатов в практике осуществления подобных процессов.

Создание планов и их корректировка связаны с прогнозированием поведения объектов управления. То и другое включается в процессы планирования. Входящие в эти процессы операции и их отношения можно представить с помощью обобщенной схемы (рис. 39). Такая схема служит инструментом для разработки сценариев информационных процессов в планировании. Описания плановых мероприятий выступают в качестве гипотез, а результаты прогнозирования — в качестве фактов. Первые проверяются, подтверждаются, уточняются или опровергаются на основе вторых, а для этого требуется получение соответствующих фактов. Все это в конкретных случаях осуществляется разными путями, что приводит к возможности различных модификаций построенной схемы.

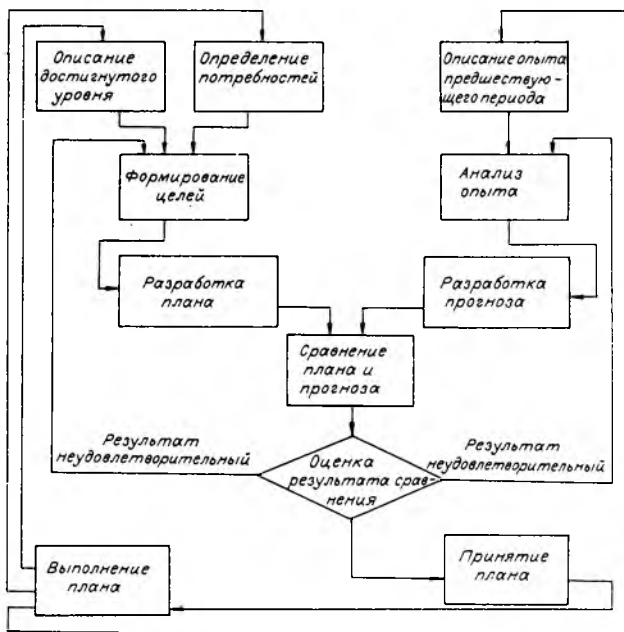


Рис. 39

В методологической литературе хорошо известно, что логическая структура научных исследований отличается значительным разнообразием⁵ Подобное положение справедливо также для процессов планирования. Мы обратим внимание на случаи, в которых используются в явном виде достижения науки в ходе планирования.

Достижения научных исследований используются как средства представления объектов планирования и способов их поведения. С их помощью могут также формулироваться проблемы, для решения которых необходимо обращение к проектированию будущего и путей его достижения. Но в ходе создания подобных проектов обращаются к исследованию объекта проектирования, представляемого в качестве управляемой системы. Для этого необходимо получение и использование информации о подобной системе или о сходных с нею объектах. Понятно, что создание проекта развития системы предпринимается при наличии соответствующего задания на проектирование. Весь описанный процесс представим наглядно (рис. 40)



Рис. 40

Проект развития системы включает проект желаемого будущего системы и проект эффективных путей его достижения. В соответствии с определением плана такой проект представляет собой план развития управляемой системы. Подобные планы выступают средствами самоорганизации сложных организационных систем.

Очевидно, что каждая из операций, показанных на схеме, может быть детализирована в соответствии с ее содержательным описанием и задачами анализа. В этом отношении исследование и моделирование логической структуры процессов

планирования аналогичны тому, что уже достаточно проработано для логической структуры процессов научных исследований⁶. Поэтому все методические правила, относящиеся к моделированию последней, полностью сохраняют свое значение и для обсуждаемой проблемы. Логическая структура реализации планов представлена схемой на рис. 35. Поэтому все компоненты процессов планирования, изображенные схемой на рис. 39, отражены в обобщенной форме как логическая структура процессов планирования.

7.3. Истинность и реализуемость планов

Разработка и корректировка планов и прогнозирование поведения соответствующих объектов опираются на гносеологические представления об истинности знания. Но в практике планирования эти представления используются, как правило, в неявной форме. Очевидно, что выявление путей их применения необходимо в связи с проведением логического анализа планов и процессов планирования.

При решении поставленной задачи воспользуемся развитыми в логике научного исследования представлениями о гипотезах, фактах и их взаимоотношениях. Первые выражают знания, истинность или ложность которых не установлена и должна выявляться в соответствующем исследовании. В них отражаются свойства, отношения и поведение изучаемых объектов. Вторые понимаются как знания, непосредственно констатирующие существование свойств, отношений или проявлений поведения изучаемых объектов. Они используются при проверке, подтверждении, опровержении или уточнении гипотез.

Соотнесение гипотез с фактами служит установлению соответствия или несоответствия первых с отображаемыми в них объектами, т. е. определению их истинности или ложности. При этом возможно выявление неточностей в содержании гипотез и уточнение последних или же установление недостаточности имеющихся фактов и получение новых. Подобными путями осуществляются последовательные приближения познания к абсолютной истине через ряд относительных истин.

При разработке или корректировке планов описания планируемых мероприятий соотносятся с текущим и будущими состояниями объекта управления. Это соотнесение осуществляется с помощью фактов, полученных при непосредственном изучении объекта или через прогнозирование его поведения. Та-

ким путем производится проверка, устанавливаются приемлемость или неприемлемость отдельных частей или плана в целом, а также предпринимаются усилия по их корректировке или получению новых фактов.

Очевидно, что план и отдельные его части представляют собой своего рода гипотезы, истинность которых устанавливается с помощью описанного методического приема. При наличии обнаруженных некорректностей предпринимаются уточнения данных гипотез, обозначаемые как корректировка плана. В то же время могут предприниматься усилия по получению новых фактов путем непосредственного изучения объекта управления или прогнозирования его поведения. Все это позволяет заключить, что хорошо известные представления об истине, существовании и их соотношении выступают методологическими средствами при постановке и решении задач планирования.

Степень соответствия планов поведению объектов управления может быть различной. Поэтому правомерно говорить об относительной истинности планов. Уточнение планов — частный случай движения познания по пути к абсолютной истине через бесконечный ряд относительных истин. Так проявляется одна из общих закономерностей познания, которая уже достаточно хорошо изучена на примерах развития науки.

Относительная истинность планов отражается непосредственно в практике: степень реализуемости плана отвечает степени его соответствия поведению объекта управления. Именно поэтому практические соображения по поводу реализации планов определяют требования к их разработке и корректировке. Оценка степени реализуемости плана выступает основанием как для его практического выполнения, так и для обращения к его корректировке (рис. 41).

Содержательное представление об относительной истинности планов можно формализовать средствами символической логики. При этом план понимается как логическая неоднородная функция, определенная на множестве состояний и переходов объекта управления P и Q и принимающая значения истинности $0, 1, 2, \dots, R$. Множество определения плана — это множество состояний и переходов объекта управления. Оно разбито на два подмножества. На одном из них план оказывается ложным, а на другом — истинным. Последнее — область истинности плана. Она, в свою очередь, распадается на некоторое число элементов, с каждым из них сопоставляется одно и только одно значение истинности плана. С помощью

таких значений выражаются различные степени истинности плана в зависимости от того, каковыми будут значения его предметных переменных⁷

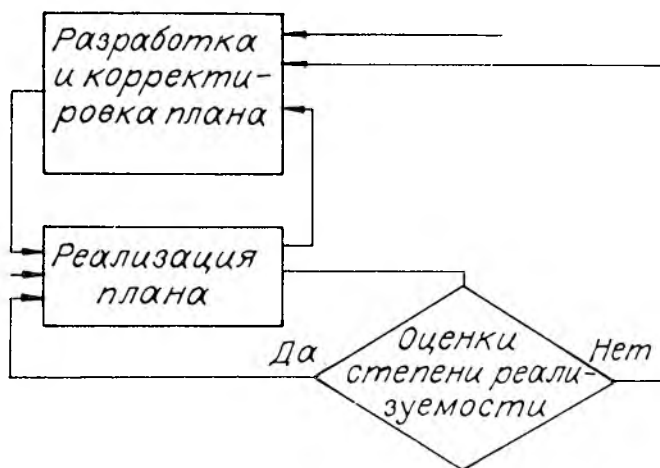


Рис. 41

Выделенные множества состояний и переходов объекта управления можно рассматривать в качестве различных вариантов его преобразований из настоящего состояния в конечное. Те множества, на которых план принимает логическое значение «ложно», выступают как неприемлемые варианты, а те, на которых он принимает значение «истинно», составляют множество приемлемых. Различные значения истинности, сопоставленные с элементами данного множества, выступают также и характеристиками их сравнительной ценности. Все это образует описание свойств планов, представляемых логической формулой:

$$U = XX \quad (P, Q).$$

Сказанное обосновывает возможность применения методов многозначной логики для проведения логического анализа и построения планов. Применение таких методов позволило бы на практике осуществлять формальное разворачивание сложных систем предложений, образующих планы, по аналогии с известными уже примерами в геометрии, физике и других науках. Значение этой возможности чрезвычайно велико: формализация процессов планирования создала бы предпосылки для применения вычислительной техники в ходе разработки и

корректировки планов, что могло бы сыграть важную роль в совершенствовании планирования.

Проверка истинности планов и корректировка осуществляются как в ходе разработки, так и на основе информации, полученной при их практической реализации. В последнем случае проявляется положение о том, что практика служит критерием истины. Однако проверка плана в ходе его реализации не всегда может принести пользу: случается, что обнаруживается некорректность какой-то части плана, но внести исправления уже невозможно. В подобных случаях возникают непредвиденные и крайне нежелательные последствия. Вот почему еще при разработке плана была бы полезной его проверка, которая позволила бы приблизиться максимально к условиям практической его реализации.

Такое приближение достигается путем обращения к эксперименту, в котором проводятся испытания объекта планирования. И здесь обнаруживается сходство экспериментальной проверки гипотез в планировании и в научном исследовании. Но в планировании натурный эксперимент невозможен, поэтому приходится экспериментировать на модели объекта управления. При этом обращаются к имитационному моделированию объектов планов, которое выступает своеобразным аналогом практической реализации и включается в общую структуру процессов планирования (рис. 42).

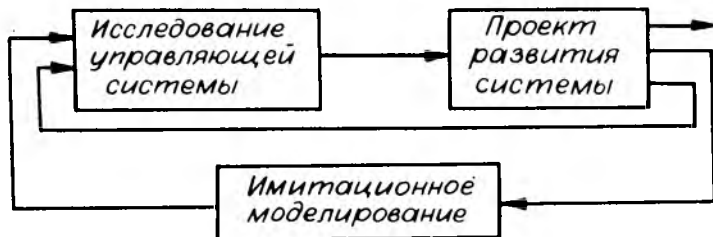


Рис. 42

7.4. Имитационное моделирование в планировании

Проверка выполнения плана и его корректировка производятся при наличии необходимых фактов. Последние связаны с поведением объекта управления и управляющих органов и представляются как информация о поведении объекта и приня-

тии решений. Поэтому исследования, включающие проверку и корректировку плана, и перечисленные факты объединяются в сложную систему (рис. 43).

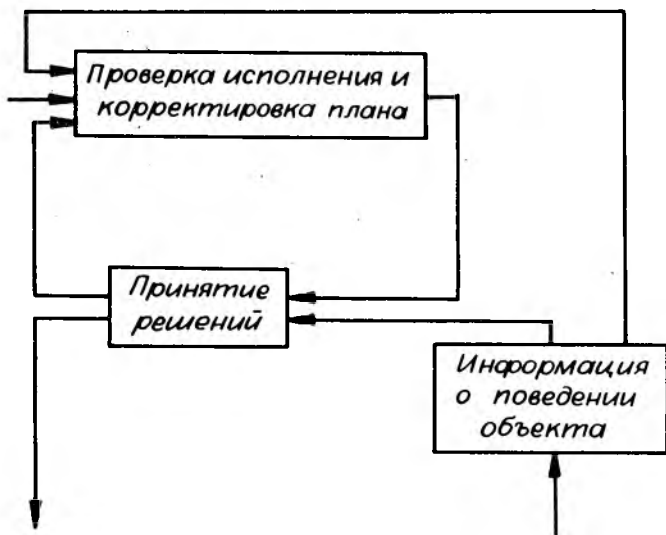


Рис. 43

Описания плановых мероприятий, относящихся к переходам объекта управления из одних состояний в другие, выступают своего рода гипотезами. Они требуют проверки и уточнения на основе информации об объекте. Наличие альтернативных гипотез предполагает их оценку, выбор приемлемых для данных условий и отбрасывание неприемлемых. Только таким образом можно осуществлять подготовку корректных решений, выражаемых прескриптивными предложениями. И здесь используется информация об объекте, о вариантах его поведения и внешних условиях.

Но информация, получаемая непосредственно от объекта, является неполной или несвоевременной, и с ее помощью решение задач проверки и корректировки гипотез может оказаться невозможным. Именно поэтому необходимо получение информации путем экспериментирования с моделью, осуществляемого в имитационном моделировании.

Особенность имитационной модели состоит в том, что с ее помощью возможно воспроизведение поведения объекта управления, переходов последнего из одних состояний в другие.

При этом учитываются как обстоятельства, возникающие вследствие принятия решений, так и те, которые не зависят от последних. Оперирование имитационной моделью служит воспроизведению динамики объекта управления во времени, что отвечает задачам проверки и корректировки следующих друг за другом частей плана.

Имитационное моделирование выступает в качестве своего рода эксперимента, в ходе которого осуществляются на модели испытания объекта управления, его поведения как переходов из предшествующих состояний в последующие при том или ином способе принятия решений и при различных разделениях управляемых и неуправляемых компонентов. Благодаря имитационному моделированию существенно расширяются возможности исследований, предусматривающих проверку и корректировку планов. Имитационное моделирование как экспериментальная часть включается в структуру самих исследований (рис. 44).

Имитационное моделирование может производиться различными способами, обычно не равноценными с точки зрения задач исследования. В ходе исследования возможны неоднократные перестройки имитационных моделей, что связано как с изменением содержания решаемых задач, так и с ростом числа видов и объемов информации. Все это отражается в изменениях структуры имитационного моделирования.

7.5. Относительная истина и структура имитационного моделирования

Очень часто имитационное моделирование производится в условиях роста объема информации об объекте исследования или управления. Подобные информационные изменения необходимо учитывать в связи с достижением адекватных результатов решения задач. Но это сопряжено с перестройкой имитационных моделей и с соответствующими изменениями программ имитации на ЭВМ. Поэтому приходится постоянно учитывать фактор времени в процессах исследования и управления.

Продолжительность повторяющихся исследований и процессов управления играет важную роль для роста знаний об объекте. Часто на данное обстоятельство не обращается должного внимания. Но игнорировать зависимость продолжительности изучения объекта и изменений объема знаний о нем неправомерно: это противоречит представлениям о диалектике относительной и абсолютной истины.

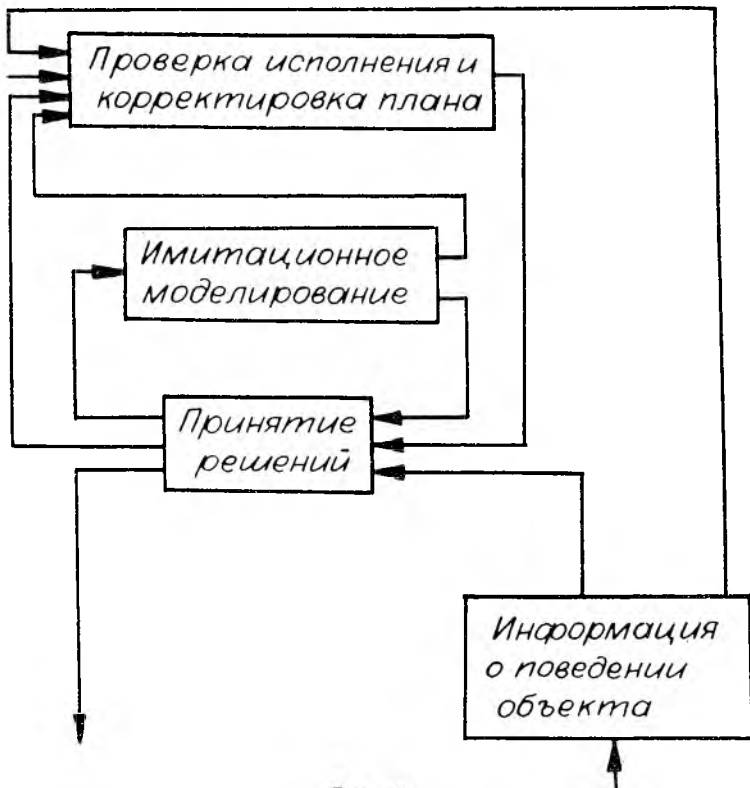


Рис. 44

Зависимости объема знаний от времени, в течение которого изучается рассматриваемый объект, представимы наглядно (рис. 45). С отрезком ОА сопоставляется подлежащая изучению сторона объекта. Но она первоначально отражается в знании не полностью, а лишь частично, и с объемом знания сопоставляется отрезок ОВ. По мере большего ознакомления

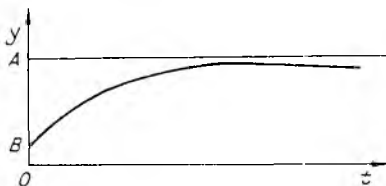


Рис. 45

с объектом во времени растет объем знаний о нем, что изображается с помощью кривой, удаляющейся от оси времени. При этом сокращается расстояние от кривой до прямой, параллельной данной оси, что отражает уменьшение неизученной части в исследуемом объекте.

При перестройке модели изменяется понятийное представление об имитируемом объекте. Это изменение представляет собой своеобразный перерыв в процессе накопления информации, который позволяет перейти к новой модели и соответствующей новой структуре ее информационной базы. На основе экспериментов с новой моделью и благодаря получению сведений извне осуществляется дальнейшее наращивание информации об объекте. Такое накопление информации с перерывами наращивания представим наглядно (рис. 46).

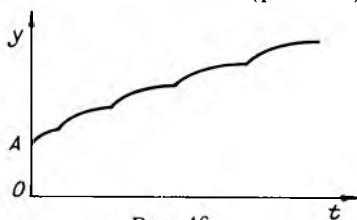


Рис. 46

Наращивание информации об объекте исследования или управления, ее осмысливание и качественное переструктурирование производится на всех этапах процесса исследования, в котором создается и применяется имитационная модель. Для того чтобы можно было отчетливо представить проявление этой закономерности, обратимся к схеме исследования (рис. 47). На ней с помощью блоков показаны все операции,

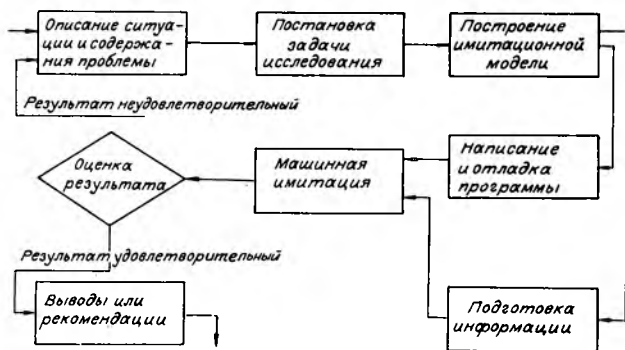


Рис. 47

входящие в процесс исследования, а стрелками изображаются связи операций друг с другом.

Особое место в подобных исследованиях занимает процесс построения имитационной модели. Он также повторяется: полностью — при перестройке модели имитационной или в отдельных частях — при учете накопленной информации об объекте. Сведения об этой структуре необходимы при организации и проведении соответствующих разработок моделей. Структура данного процесса может быть представлена наглядно (рис. 48).

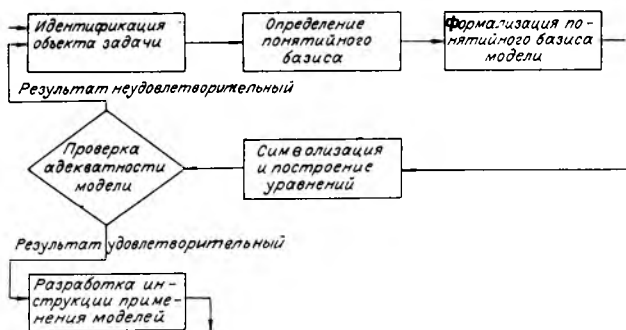


Рис. 48

Операции, входящие в систему исследования с применением имитационного моделирования (рис. 48), являются сложными образованиями и выражают собой процессы последовательных приближений⁸. Такие процессы взаимодействуют в структуре исследования, а взаимодействия, в свою очередь, определяют конкретное содержание последовательных приближений в каждом случае. Поэтому при моделировании логической структуры подобных операций необходимо создание их специальных моделей. Примером этому являются процессы разработки и отладки машинных программ имитации. Избежать постоянной переделки вручную машинных программ можно в том случае, если в общую схему исследования ввести подсистему адаптации всех операций к изменению условий задачи. На такой основе возможна разработка автоматически адаптируемых к условиям задачи сложных имитационных моделей⁹.

В подобных случаях условия задачи представляются как независимые явления по отношению к процессам адаптации. Поэтому перестройка модели, формализация содержательных представлений объекта и другие операции должны обладать

способностью адаптироваться к условиям задачи. Все это опирается на методологические представления о процессах последовательных приближений и на работы по моделированию их логической структуры¹⁰

Разработка адаптационных систем для проведения имитационного моделирования в условиях роста объемов информации об объектах исследования имеет непосредственное значение для решения таких задач, которые связаны с представлениями об относительной истине. На основе подобных представлений осуществляются изменения условий задач планирования, управления и исследования, а изменения отражаются затем в изменениях структуры процессов имитационного моделирования с применением ЭВМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Развитие интеллекта, понимаемого как совокупность взаимосвязанных мыслительных способностей, всегда было и остается составной частью профессиональной подготовки и совершенствования мастерства специалистов различных профилей. Оно осуществляется на основе анализа, обобщения и систематизации приобретенного или заимствованного опыта мышления, а содержание его результатов определяется конкретными условиями профессиональной деятельности специалистов. В настоящее время важными характеристиками таких условий выступают рост сложности и динамичности областей профессиональной деятельности и значительное увеличение числа задач с «плохой структурой». Поиск решения подобных задач необходимо связан с «улучшением» их структуры, что выступает следствием и проявлением тесной взаимосвязи способов их постановки и решения. Но эти взаимосвязи далеко не всегда можно эффективно выявлять и учитывать эмпирическими способами, что особенно обнаруживается при росте сложности и динамичности областей профессиональной деятельности.

Эвристика, понимаемая как искусство поиска решения задач, охватывает теперь также и способы «улучшения структуры», и другие способы постановки задач. Вследствие этого недостаточность ее эмпирических традиций становится особенно ощутимой. Вот почему обращение к другим методам обобщения и систематизации опыта мышления оказывается вполне оправданным. В данной связи особого внимания заслуживают логические понятия и методы, которые уже прежде при-

менялись в решении достаточно разнообразного круга задач развития интеллекта и формирования интеллектуальной культуры специалистов. Они открывают новые возможности анализа, обобщения и систематизации опыта мышления, связанные с выявлением его логических свойств, общих для различных областей профессиональной деятельности. На этой основе возможны не только анализ, обобщение и систематизация опыта в каждой области профессиональной деятельности, но также переносы его из одних областей в другие или интеграция различных областей.

Возможности логики в развитии мыслительных способностей специалистов хорошо известны. Но применение ее достижений в данном направлении до сих пор очень незначительно: в ходе профессиональной подготовки элементами этой науки овладевает небольшое число специалистов. Поэтому сейчас требуется выявление приемлемых путей внедрения логических методов в решение задач развития интеллекта широкого круга специалистов различных профилей. Очевидно, что такие пути не должны быть связаны с возможными изменениями сложившихся традиций в подготовке специалистов высшей квалификации.

Один из подобных путей связан с использованием представлений о репродуктивных и структурных моделях интеллектуальных процессов. Именно он показан в настоящей работе. Сочетание моделей обоих видов позволяет решать задачи анализа, обобщения и систематизации опыта мышления и использовать получаемые здесь результаты в деле развития интеллекта и формирования интеллектуальной культуры. Таким путем развит и реализован подход к возможным применениям логики в развитии мыслительных способностей специалистов.

Но это выдвигает, в свою очередь, задачи развития прикладной логики, так как именно она, а не теоретическая логика, имеет непосредственное значение для развития интеллекта и формирования интеллектуальной культуры. Развитие данного раздела логики основывается на логической концепции мышления и соответствующей методике исследований. Они позволяют овладевать необходимыми элементами логики тем специалистам, которые не изучали ее в ходе своей профессиональной подготовки. Все это осуществляется на основе представлений о репродуктивных и структурных моделях интеллектуальных процессов.

Особая роль в развитии интеллекта специалистов принадлежит философскому знанию. Но оно способно выполнять эту

роль при соответствующих эвристических ориентациях. Последние служат для использования философского знания в качестве средства формирования умений и навыков специалистов при постановке и решении различных конкретных задач. Философское знание способствует накоплению опыта мышления и приобретению нового. В особенности его необходимо использовать при создании и применении методологических моделей. Такая необходимость отчетливо проявляется в ситуациях междисциплинарной работы — постановки и решения междисциплинарных задач. Именно здесь мы находим ключ к преодолению трудностей, с которыми не может справиться эмпирическая традиция современной эвристики.

Применение философского знания при анализе, обобщении и систематизации опыта мышления и в развитии интеллекта выдвигает специфические требования к его логической организации и формализации. Понятно, что таким требованиям оно может удовлетворять только благодаря применению логических методов. Конечно, логика применялась и прежде в философских исследованиях и дискуссиях, но это не было связано непосредственно с проблематикой развития интеллекта и формированием интеллектуальной культуры специалистов. В обсуждаемом контексте имеются в виду достаточно специальные вопросы применения логики: они охватывают задачи семиотической формализации, состоящие в построении и применении наглядных моделей, и связанные с их решением логические понятия и методы. Все это выступает частным примером логического обеспечения, относящегося к области прикладной логики.

Логика, как известно, не изучает вопросы развития средств мышления, накопления, обобщения и систематизации, передачи и применения опыта мыслительной деятельности. Такие вопросы в общем виде ставятся и решаются в философии, а потому ее представления выступают адекватным средством для выявления перечисленных отношений и состояний и последующей структуризации фактического материала. Только после этого вступает в свои права логика, и ее методы применяются для решения перечисленных выше задач.

Одно направление работ по логической структуризации средств и опыта интеллектуальной деятельности основывается на представлениях о формах научного познания и о взаимоотношениях данных форм. Содержательные представления здесь подвергаются семиотической формализации, в результате чего получаются наглядные модели различных конкрет-

ных форм и процессов научного познания. В таких моделях предъявляются совокупность операций и взаимоотношения между ними. Каждая модель может затем подвергаться конкретизации путем описания семиотических, технических и природных средств мышления, а также связанных с ними умений и навыков оперирования этими средствами. Множество конкретизаций одной и той же модели составляют область опыта мышления, которая может в дальнейшем подвергаться анализу, обобщению и систематизации. Подобные модели выступают средством переноса опыта из одних областей в другие и интеграции различных областей.

Другое направление работ по логической структуризации опыта мышления основывается на представлениях о методах научного познания. С помощью данных представлений в сложных семиотических средствах мышления выделяются различные методы и находятся их логические виды. Располагая знанием о последних, осуществляют подбор одинаковых методов, выявляют условия их применения в различных областях, определяют возможности и основания их переноса из одних областей в другие. Различия методов по языковым средствам выявляются и фиксируются с помощью представлений о приемах и способах мышления. Все это служит для организации сложных систем методов и развития на данной основе соответствующих умений и навыков их применения. Таким путем представления о методах используются для развития интеллекта и формирования интеллектуальной культуры.

Третье направление работ по логической структуризации опыта мышления связано с представлениями о теориях, гипотезах и фактах. Эти представления служат для группировки различных методов при решении задач построения гипотез и теорий, получения фактов, обоснования систематизаций и т. д. Подобная группировка имеет важное значение для интеграции различных форм научного познания. Благодаря ей умения и навыки мышления организуются в сложные образования, которые реально существуют в профессиональной деятельности специалистов. В настоящее время выяснилось, что перечисленные представления распространяются не только на области знания о естественных объектах, но и на нормативные знания. Последние создаются и используются в планировании, управлении, проектировании и конструировании. Это позволило переносить все связанные с ними методы логики на данные области при решении задач обобщения, систематизации, использования и передачи опыта мышления. Образовались нетра-

диционные применения давно созданных понятий и методов логики.

Четвертое направление работ по логической структуризации опыта мышления связано с развитием логической теории математических моделей. Оно имеет достаточно широкое поле ситуаций как в теоретической науке, так и в областях планирования, управления, проектирования и конструирования. Его значение невозможно переоценить, так как опыт построения математических моделей до сих пор не подвергался обобщению и систематизации с помощью логических понятий и методов. То же самое следует сказать об опыте построения и применения гибридных языков. Здесь открываются совершенно неизведанные возможности логики в развитии интеллекта специалистов и формировании их интеллектуальной культуры.

Разумеется, перечисленные направления применений логики в развитии интеллекта и формировании интеллектуальной культуры не исчерпывают ее возможностей в этом деле. Но и выявленные возможности убедительно свидетельствуют о серьезных перспективах данного научного направления. Его значимость определяется потребностями современной практики — научной, инженерной и управленческой деятельности. Поэтому в настоящее время важно развивать все практически значимые направления применения логики в формировании интеллекта специалистов. Развитие таких направлений станет достойным вкладом этой науки в решение современных проблем научно-технического прогресса.

ПРИМЕЧАНИЯ

К ВВЕДЕНИЮ

Слэйгл Дж. Искусственный интеллект (подход на основе эвристического программирования). М.: Мир, 1973; Финк Д. Вычислительные машины и человеческий разум. М.: Мир, 1967

² Философский словарь. Сокращенный пер. с нем. Общая редакция и вступительная статья д-ра фил. наук М. М. Розенталя. М.: Изд-во ИЛ, 1961.

³ Кириллов В. И., Старченко А. А. Логика: Учебник. М.: Высш. школа, 1982; Горский Д. П. Логика. М., 1963; Котарбинский Т. Курс логики для юристов. — В кн.: Избр. произведения. М., 1963, с. 607—772.

⁴ Финк Д. Вычислительные машины и человеческий разум. М.: Мир, 1967.

⁵ Котарбинский Т. Курс логики для юристов.— В кн.: Избр. произведения. М., 1963, с. 726—772.

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд., т. 20, с. 25, 525.

⁷ Там же, с. 25, 91, 525.

⁸ Там же, с. 138.

⁹ Котарбинский Т. Курс логики для юристов. — В кн.: Избр. произведения. М., 1963.

¹⁰ Пойа Д. Как решать задачу? М., 1959; Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957; Пойа Д. Математическое открытие. Решение задач: основные понятия, изучение и преподавание. М., 1970.

¹¹ Лакатос И. Доказательство и опровержение. Как доказываются теоремы. М., 1967.

¹² Оптнер С. Л. Системный анализ для решения деловых и промышленных проблем. М.: Сов. радио, 1969.

¹³ Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957

К ГЛАВЕ 1

¹ Слэйгл Д. Р. Искусственный интеллект. М.: Мир, 1973.

² Энгельс Ф. Диалектика природы, 1955, с. 22—23.

³ Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.

⁴ Карри Х. Б. Основания математической логики. М.: Мир, 1969.

⁵ Аганбегян А. Г. Управление социалистическими предприятиями. М.: Экономика, 1979.

⁶ Ладенко И. С. Методологические проблемы теории интеллектуальных систем. — В кн.: Методол. пробл. науки. Вып. 6. Новосибирск, 1979.

⁷ Энгельс Ф. Диалектика природы. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 366—367.

⁸ Юшкевич А. П. О геометрии Декарта. — В кн.: Декарт Р. Рассуждения о методе. М., 1953, с. 528.

⁹ Ладенко И. С. История науки в свете теории мышления. — Вопр. философии, 1964, № 1, с. 55—64.

¹⁰ Чистяков В. Д. Три знаменитые задачи древности. М., 1963, с. 95.

¹¹ Каган В. Ф. Очерки по геометрии. М., 1963, с. 27—56.

¹² Мордухай-Болтовский Д. Д. Комментарии. — В кн.: Евклид. Начала, кн. 1—6. М., 1950, с. 221—446.

¹³ Мордухай-Болтовский Д. Д. Исследование о происхождении основных идей современной математики. — Изв. СКГУ, сер. «Математика и естествознание». Ростов н/Д, 1928, с. 2 (XV).

¹⁴ Юшкевич А. П. О геометрии Декарта. — В кн.: Декарт Р. Рассуждение о методе. М., 1953, с. 530.

¹⁵ Щедровицкий Г. П., Ладенко И. С. О некоторых принципах генетического исследования мышления. — В кн.: Тез. докл. на I съезде общества психологов. 29 июня — 4 июля 1959 г. М., 1959, вып. 1, с. 100—103.

¹⁶ Энгельс Ф. Диалектика природы. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 573.

¹⁷ Флейшман Б. С. Технический прогресс и теория сложных систем. — В кн.: Пробл. методологии системного исследования. М., 1970, с. 289—299.

¹⁸ Ладенко И. С. История науки в свете теории мышления. — Вопр. философии, 1964, № 1, с. 55—64.

¹⁹ Пойа Д. Как решать задачу? М., 1959.

К ГЛАВЕ 2

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.

² Там же, с. 14.

- ³ Там же, с. 524—525.
- ⁴ Там же, с. 455—456.
- ⁵ Там же, с. 436.
- ⁶ Там же, с. 366.
- ⁷ Лакатос И. Доказательства и опровержения. М., 1967.
- ⁸ Подробное исследование этих вопросов содержится в работах: Пойа Д. Как решать задачу? М., 1959; Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.
- ⁹ Первозванский А. А. Поиск, М., 1970.
- ¹⁰ Пойа Д. Как решать задачу? М., 1959. Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.
- ¹¹ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 29.
- ¹² Горский Д. П. Логика. М., 1963.
- ¹³ Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 18.

К ГЛАВЕ 3

- ¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20, с. 550, 551, 629, 631.
- ² Сабо А. О превращении математики в дедуктивную науку и о начале его обоснования. — В кн.: Историко-математические исследования. Вып. 12. М., 1959.
- ³ Ладенко И. С. Интеллектуальные системы и логика. Новосибирск, 1973, с. 106—135.
- ⁴ Горский Д. П. Логика. М., 1963.
- ⁵ Кондаков Н. И. Логический словарь-справочник. М., 1975.
- ⁶ Грневский Г. Кибернетика без математики. М., 1964.
- ⁷ Клаус Г. Кибернетика и общество. М., 1967.
- ⁸ Грневский Г. Кибернетика без математики. М., 1964.
- ⁹ Клаус Г. Кибернетика и общество. М., 1967.

К ВВЕДЕНИЮ ВТОРОЙ ЧАСТИ

- ¹ Декарт Р. Рассуждение о методе. М., 1953.
- ² Ладенко И. С. Методология прикладных исследований научного познания. — В кн.: Фундаментальные и прикладные исследования в эпоху НТР. Новосибирск, 1978.

К ГЛАВЕ 4

- ¹ Дубнов Я. С. Ошибки в геометрических доказательствах. М., 1961.
- ² Энгельс Ф. Диалектика природы. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.
- ³ Ладенко И. С. Методология прикладных исследований научного познания. — В кн.: Фундаментальные и прикладные исследования в эпоху НТР. Новосибирск, 1978.
- ⁴ Энгельс Ф. Людвиг Фейербах и конец немецкой классической философии. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 21.
- ⁵ Тарский А. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948.
- ⁶ Энгельс Ф. Анти-Дюринг. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.
- ⁷ Энгельс Ф. Диалектика природы. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 20.
- ⁸ Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. — Полн. собр. соч., 18.

К ГЛАВЕ 5

- ¹ Тарский А. Введение в логику и методологию дедуктивных наук. М., 1948.
- ² Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.
- ³ Евклид. Начала. М., 1950.
- ⁴ Гильберт Д. О понятии числа. — В кн.: Основания геометрии. М., 1948.
- ⁵ Там же.
- ⁶ Маркс К. К критике политической экономии. — Маркс К., Энгельс Ф. Соч., т. 13.
- ⁷ Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. — Полн. собр. соч., т. 18.
- ⁸ Там же.
- ⁹ Ленин В. И. Философские тетради. — Полн. собр. соч., т. 29.
- ¹⁰ Грневский Г. Логика и кибернетика планирования. — В кн.: Электронное моделирование и машинное управление в экономике. М., 1965, с. 15—73.

К ГЛАВЕ 6

- Ладенко И. С. Программа построения системных моделей трудовой мобильности. — В кн.: Методологические проблемы социологического исследования мобильности трудовых ресурсов. Новосибирск, 1974, с. 108—143.
- ² Бусленко В. Н. Об автоматизированных имитационных моделях сложных систем. — Кибернетика, № 5, 1975, с. 97—102.
 - ³ Ладенко И. С. Проблемы логического анализа языка системных исследований. — Системный подход и современная наука, Новосибирск, 1972, вып. 2, с. 31—39.
 - ⁴ Ладенко И. С. Логическая концепция математических моделей. — В кн.: Методологические проблемы науки. Вып. 2. Новосибирск, 1974, с. 159—167.
 - ⁵ Там же.
 - ⁶ Там же, с. 159—167.
 - ⁷ Там же, с. 129—140.
 - ⁸ Там же.
 - ⁹ Там же, с. 159—167.
 - ¹⁰ Там же с. 129—140.
 - ¹¹ Ладенко И. С. Интеллектуальные системы и логика. Новосибирск, 1973, с. 117—124.
 - ¹² Там же, с. 148—156.
 - ¹³ Там же.
 - ¹⁴ Там же, с. 140—148.
 - ¹⁵ Горский Д. П. Логика. М., 1963, 292 с.
 - ¹⁶ Ладенко И. С. Логические проблемы системного анализа трудовых ресурсов. Новосибирск, 1975, с. 100—189.
 - ¹⁷ Там же, с. 93—97.
 - ¹⁸ Там же, с. 213—224.
 - ¹⁹ Там же, с. 19—81.
 - ²⁰ Пойа Д. Как решать задачу? М., 1959.
 - ²¹ Квейд Э. Анализ сложных систем. М., 1969, с. 222—263.
 - ²² Черчмен У., Акофф Р., Арноф Л. Введение в исследование операций. М., 1968.

²³ Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. М., 1957.

²⁴ Квейд Э. Анализ сложных систем. М., 1969, с. 222—263.

К ГЛАВЕ 7

¹ Акофф Р. Л. Планирование в больших экономических системах. М., 1972.

² Грневский Г. Логика и кибернетика планирования. — В кн.: Электронное моделирование и машинное управление в экономике. М., 1965, с. 15—73.

³ Акофф Р. Л. Планирование в больших экономических системах. М., 1972.

⁴ Ладенко И. С. Методология прикладных исследований научного познания. — В кн.: Фундаментальные и прикладные исследования в условиях НТР. Новосибирск, 1978, с. 236—253.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ Айзерма М. А., Гусев Л. А., Розоноэр Л. И. и др. Логика, автоматы, алгоритмы. М., 1963.

⁸ Ладенко И. С. Методологический анализ процессов и методов последовательных приближений. — В кн.: Методол. пробл. науки. Новосибирск, 1975, вып. 3, с. 33—40.

⁹ Бусленко В. Н. Об автоматизированных имитационных моделях сложных систем. — Кибернетика, 1975, № 5, с. 97—102.

¹⁰ Ладенко И. С. Методологический анализ процессов и методов последовательных приближений. — В кн.: Методол. пробл. науки. Новосибирск, 1975, вып. 3, с. 33—40.

О Г Л А В Л Е Н И Е

В в е д е н и е	3
Ч а с т ь п е р в а я. М е т о д о л о г и ч е с к а я к о н ц е п ц и я э в р и с т и к и	10
Г л а в а 1. И н т е л л е к т у а л ь н а я к у л ь т у р а с п е ц и а л и с т о в и м о д е л и м ы ш л е н и я	13
Г л а в а 2. М е с т о ф и л о с о ф и и в р а з в и т и и т в о р ч е с к о г о м ы ш л е н и я	25
Г л а в а 3. М е т о д ы п о с т р о е н и я н а г л я д н ы х м о д е л е й в ф и л о с о ф - с к о м з н а н и и	39
Г л а в а 4. Ф о р м ы н а у ч н о г о п о з н а н и я	63
Г л а в а 5. М е т о д ы н а у ч н о г о п о з н а н и я	79
Г л а в а 6. Г и б р и д н ы е я з ы к и в н а у ч н о м п о з н а н и и	102
Г л а в а 7. Л о г и ч е с к а я с т р у к т у р а п л а н о в и п л а н и р о в а н и я	120
З а к л ю ч е н и е	136
П р и м е ч а н и я	140